

**EFFEKTEN AV NEMATODINFEKTION PÅ AKTIVITET OCH
BETEENDE HOS FÖRSTAGÅNGSBETANDE LAMM**

Josefin Norrback
Magisteravhandling
Helsingfors universitet
Agrikultur- och forstvetenskapliga fakulteten
Husdjursvetenskap
Februari 2021

| | | | |
|--|--|---|---|
| Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Agrikultur- och forstvetenskapliga fakulteten | | Osasto — Sektion — Department Institutionen för lantbruksvetenskap | |
| Tekijä — Författare — Author Josefin Norrback | | | |
| Työn nimi — Arbetets titel — Title Effekten av nematodinfektion på aktivitet och beteende hos förstagångsbetande lamm | | | |
| Oppiaine — Läroämne — Subject Husdjurens näringsvetenskap | | | |
| Työn laji — Arbetets art — Level Magisteravhandling | | Aika — Datum — Month and year Februari 2021 | Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 47 |
| Tiivistelmä — Referent — Abstract <p>Mag- och tarmparasiter och resistensen mot antiparasitäre medel är och kommer att vara en av de största utmaningarna inom fårnäringen. Forskning inom detta område är högaktuell och det är viktigt att få fram nya metoder för att kunna identifiera individer med hög parasitbörda och att sikta in sig på individuellt baserad behandling mot mag- och tarmparasiter.</p> <p>Målet med försöket var att studera hur mag- och tarmparasiter påverkar aktivitetsmönster och tillväxt hos förstagångsbetande lamm. En delstudie gjordes också och målet var bland annat att se om de manuella beteendeobservationerna stödde den insamlade data från sensorerna.</p> <p>Försöket utfördes sommaren 2019 vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Försöket var uppdelat i två försöksled. Det första försöksledet startades med 30 tackor och deras 60 tvillinglamm. Under det andra försöksledet användes 58 lamm som delades in i fyra grupper. Två grupper behandlades med ivermectin mot mag- och tarmparasiter (låg parasitbörda gruppen) och två grupper lämnades obehandlade (hög parasitbörda gruppen). Lammen utrustades med aktivitetssensorer som avlästes en gång i veckan, samtidigt som lammen vägdes. Individuella träckprov togs av varje individ fyra gånger under försöket. Betet som lammen betade på var en förstaårsvall. Tre gånger under försökstiden mättes beteshöjden, samtidigt togs betesprov för mineral- och näringsanalys. Beteendeobservationer gjordes två dagar i veckan under fem veckors tid.</p> <p>Gruppen med hög parasitbörda hade något högre vikt (28,9 kg) vid försöksstart jämfört med gruppen med låg parasitbörda (28,1 kg). Vid försöksstopp var det tvärtom och gruppen med hög parasitbörda hade lägre vikt (42,7 kg) jämfört med gruppen med låg parasitbörda (44,8 kg). Med aktivitets-sensorerna uppmättes skillnader i liggtid och motion index (MI) under de första 7–10 dagarna efter avvänjning. Gruppen med låg parasitbörda låg mer jämfört med gruppen med hög parasitbörda. Vad beträffar MI så hade gruppen med låg parasitbörda ett högre MI jämfört med gruppen med hög parasitbörda. Sett över hela perioden uppmättes ingen skillnad i liggtid, liggomgångar eller MI. Beteendeobservationer visade att lammen med hög parasitbörda stod stilla signifikant fler antal registreringar än de med låg parasitbörda.</p> <p>Med hjälp av sensorer kan man se skillnader i beteende i ett tidigt skede av infektionen, även vid låga parasitnivåer. Detta betyder att det finns potential i att använda automatiska beteendeobservationer som diagnostiskt hjälpmedel vid infektion av mag- och tarmparasiter.</p> | | | |
| Avainsanat — Nyckelord — Keywords Lamm, parasiter, bete, beteende | | | |
| Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Institutionen för lantbruksvetenskaper och campusbiblioteket i Vik | | | |
| Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Handledare: Niclas Högberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Lena Lidfors, Sveriges lantbruksuniversitet, Seija Jaakkola, Helsingfors universitet och Tuomo Kokkonen, Helsingfors universitet. | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry | | Osasto — Sektion — Department Department of Agricultural Sciences |
| Tekijä — Författare — Author Josefin Norrback | | |
| Työn nimi — Arbetets titel — Title Effects of nematode parasitism on activity patterns and behaviors in first season grazing lambs | | |
| Oppiaine — Läroämne — Subject Animal Nutrition Science | | |
| Työn laji — Arbetets art — Level Master's thesis | Aika — Datum — Month and year February 2021 | Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 47 |
| Tiivistelmä — Referent - Abstract <p>Gastrointestinal parasites (GIP) and resistance against anthelmintics are and will be one of the biggest challenges for the sheep husbandry. Research within this area is very important today and it is important to figure out new methods to identify individuals with high burden of parasites and to treat just these individuals.</p> <p>The aim of the study was to investigate the effects of GIP on activity patterns and weight gain in first season grazing lambs. A sub-study accompanied with the aim was to see if the manually made behavioural observations supported data from the sensors.</p> <p>The study took place at the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) during the summer of 2019. The study was divided into two experimental periods. In the first experimental period 30 ewes and their 60 twins were used. Of those, 58 lambs continued to the second experimental period. Two groups were dewormed with ivermectin (high group) and two groups were untreated (low group). All lambs were fitted with sensors, and the data was downloaded once a week, at the same time with the weighting of animals. Individual faecal samples were collected four times. The pasture where the lambs grazed was a first-year pasture. Sward height was measured, and herbage samples were collected three times during the experiment. Herbage samples were analysed for nutritional and mineral content. The manual behavioural observations were made two days a week during five weeks.</p> <p>The high group had higher weight (28.9 kg) in the beginning of the experiment, compared with the low group (28.1 kg). On the contrary, the high group had lower weight (42.7 kg), compared with the low group (44.8 kg) at the end of the experiment. According to data from the sensors there were differences in lying time and motion index (MI) during the 7-10 first days after weaning. The low group laid down more, compared with the high group. The low group had higher MI compared with the high group. During the whole experiment there were no differences in lying time, lying bouts or MI. The manual behavioural observations showed that "standing still" had significantly more registrations for the high group compared to the low group.</p> <p>It is possible to see differences in behaviour with sensors at an early stage of parasitic infection, even with low levels of parasites. This means, that there is a potential to use automatic behaviour observations as a diagnostics tool during infection of GIP.</p> | | |
| Avainsanat — Nyckelord — Keywords Lamb, Parasites, Pasture, Behaviour | | |
| Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Department of Agricultural Sciences and Viikki Campus Library – Helda/ E-thesis | | |
| Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Supervisors: Niclas Högberg, Swedish University of Agricultural Sciences, Lena Lidfors, Swedish University of Agricultural Sciences, Seija Jaakkola, University of Helsinki and Tuomo Kokkonen, University of Helsinki | | |

INNEHÅLL

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | INLEDNING..... | 6 |
| 2 | FÅRENS BETEENDE OCH MAG- OCH TARMPARASITER | 8 |
| 2.1 | Får på bete..... | 8 |
| 2.2 | Dagligt beteende på bete | 8 |
| 2.3 | Socialt beteende | 9 |
| 2.4 | Sjukdomsbeteende..... | 10 |
| 2.5 | Mag- och tarmparasiter | 11 |
| 3 | SYFTE MED STUDIEN..... | 13 |
| 4 | MATERIAL OCH METODER..... | 13 |
| 4.1 | Försöksplats och försökstid..... | 13 |
| 4.2 | Försöksdjur och försöksuppläggning..... | 14 |
| 4.3 | Natur- och vallbete..... | 15 |
| 4.4 | Mätningar, behandlingar och provtagningar..... | 16 |
| 4.5 | Beteendeobservationer | 20 |
| 4.6 | Statistisk analys..... | 25 |
| 5 | RESULTAT | 26 |
| 5.1 | Betets karaktär..... | 26 |
| 5.2 | Tillväxt och vikter | 28 |
| 5.3 | Mag- och tarmparasiter | 29 |
| 5.4 | Aktivitetsmätningar från sensorerna..... | 30 |
| 5.5 | Beteendeobservationerna | 32 |
| 5.6 | Vädret | 34 |
| 6 | DISKUSSION..... | 35 |
| 6.1 | Bete | 35 |
| 6.2 | Tillväxt och vikt..... | 36 |
| 6.3 | Mag- och tarmparasiterna..... | 37 |
| 6.4 | Aktivitetsmätningar från sensorerna..... | 37 |
| 6.5 | Beteendeobservationerna | 38 |
| 6.6 | Vädret | 39 |
| 7 | SLUTSATSER..... | 40 |
| 8 | TACK | 41 |
| 9 | REFERENSER | 41 |

FÖRKORTNINGAR

| | |
|-----|------------------------------|
| EPG | eggs per gram |
| FEC | faecal egg counts |
| HP | hög parasitbörda |
| LP | låg parasitbörda |
| MI | motions index |
| NDF | neutral detergent fiber |
| Ts | torrsubstans |
| TST | targeted selective treatment |

1 INLEDNING

Alla våra produktionsdjur har någon gång blivit domesticerade av människan. Eftersom djuren har levt i det vilda har de också en hel del behov som de inte alltid kan få utlopp för när de hålls i produktionsförhållanden. Inom dagens intensiva djurproduktion har får (*Ovis aries*) mindre beteendeproblem jämfört med gris och fjäderfä, vilket beror på att får ofta hålls i sådana förhållanden som är likt deras naturliga levnadsförhållanden (Rutter 2002, s. 157). Djurvälståndet är idag ett av de mest aktuella ämnen inom djurproduktion och man strävar kontinuerligt efter att förbättra djurvälståndet. Forskning om djurens beteende kan vara till stor hjälp när man skall utveckla djurproduktion mot ett mer hållbart produktionssätt. Djurvälståndet är också en sektor som kommer att ha stor nytta av ny smart teknologi (Jukan m.fl. 2017).

Mag- och tarmparasiter är en av de största utmaningarna inom fårproduktion. Resistensen mot antiparasitära medel är idag utbredd och det börjar bli bråttom att få fram nya metoder som kan kontrollera parasiter (Kaplan 2004). Till och med i Sverige har man i några svenska besättningar konstaterat minskad effekt av ivermectin mot *Haemonchus contortus* (Höglund m.fl. 2015). Mag- och tarmparasiter orsakar även stora kostnader inom fårproduktion. Man uppskattar att nematoder i mag- och tarmkanalen samt leverflundran årligen orsakar förluster på 3–5 miljarder (produktionsbortfall och kostnader för kontroll) inom djurproduktionen i EU (EU CORDIS 2015).

För att möta utmaningen med mag- och tarmparasiter och resistens mot antiparasitära medel finns det en del olika sätt. För att kunna minska på slentrianmässig användning av antiparasitära medel skulle man kunna använda sig av till exempel FAMACHA och targeted selective treatments (TST). FAMACHA går ut på att man tittar på färgen på ögonslemhinnan och metoden används för att avgöra förekomsten av *Haemonchus contortus* (Kaplan m.fl. 2004). TST innebär att man ger behandling åt de individer som behöver behandlingen istället för att ge åt hela flocken (Van Wyk m.fl. 2006). Man kunde använda sig av till exempel tillväxt eller beteendemönster för att upptäcka individer som är infekterade av mag- och tarmparasiter (Van Wyk m.fl. 2006, Ikurior m.fl.

2020). En del växter verkar också ha positiv effekt för värdjuret i kampen mot mag- och tarmparasiter (Niezen m.fl. 2002). I och med att teknologin har utvecklats är det idag möjligt att automatiskt registrera olika beteendemönster hos djur. Det finns potential i att man ska kunna använda information om beteende för att i ett tidigt skede kunna upptäcka olika sjukdomar och att förbättra djurens hälsa och välfärd (Weary 2009, Walton m.fl. 2018). Det finns forskning som indikerar att analys av fårens beteende skulle kunna underlätta att hitta individer i en flock som har stor parasitbörda och som kräver medicinering (Grant m.fl. 2020).

2 FÅRENS BETEENDE OCH MAG- OCH TARMPARASITER

2.1 Får på bete

Till fårens natur hör att de spenderar större delen av dagen åt att söka föda och beta (Hinch 2017, s. 4). Typiskt för får är att de selekterar när de betar (Meyer m.fl. 1957). Selektionen står i proportion till tillgängligheten av växter på betet, finns det mindre foder att tillgå på betet så selekterar fåren också mindre (Hulet m.fl. 1975, s. 251). Genom att selektera bland växter de äter kan de till exempel minska risken för fosforbrist, detta jämfört med nöt som inte lika noggrant väljer ut vad de äter (McDonald m.fl. 2011, s.114–115). Får väljer hellre att äta den växande delen av plantan, som i sin tur innehåller mer fosfor vilket gör att fåren får i sig mer fosfor (McDonald m.fl. 2011, s.114–115).

Scott m.fl. (1995) påvisade att sociala band till andra gruppmedlemmar och födopreferenser kan påverka valet av födointag. Hos lamm som hade fötts upp i samma grupp var de sociala banden starkare än födopreferenser. Lammen lämnade alltså inte gruppen för att söka den föda som de föredrog. I en nybildad grupp kunde lammen lämna gruppen för att få tag på den födan som de helst vill ha, här vinner födopreferensen mot de sociala banden. Det är inte bara de sociala banden som påverkar betandet, enligt Penning m.fl. (1993) spenderar får i mindre grupper mindre tid på att beta, jämfört med får i större grupper.

2.2 Dagligt beteende på bete

Får betar i cykler med pauser för idissling och vila (Hulet m.fl. 1975, s. 250–251). Idisslare har dagligen fyra till fem större tillfällen då de betar (Gregorini 2012). Man har sett att tidpunkten för när fåren påbörjar dagens aktivitet korrelerar med soluppgången, däremot hittade man inget samband med upphörande av aktivitet och solnedgången (Squires 1971). Fårens beteende är också till en del synkroniserat inom flocken, vilket innebär att hela flocken oftast gör samma sak under samma tid (Haupt

1998, s. 103). Rook (1991) såg att fåren var mer synkroniserade när de började beta, jämfört med när de slutade beta. Får brukar dagligen beta mellan 9 och 11 timmar, men det kan finnas tydliga avvikelser mellan olika individer i en flock (Hulet m.fl. 1975, s. 251). Får undviker att beta på natten, detta tror man är en medfödd skyddsmekanism mot rovdjur (Rutter 2002, s. 147). I olika studier har man observerat att fåren betar intensivt strax före solnedgång (Penning m.fl. 1991, Champion m.fl. 1994). Eftersom fåren undviker att beta på natten är det viktigt att inför natten äta sig mätt. Det tillfälle när fåren betar längst tid, infaller sen eftermiddag eller tidig kväll (Gregorini 2012). För idisslare är förutom betandet, idisslingen också väldigt viktigt och tar upp en stor del av dygnets timmar. Får idisslar ungefär 8 timmar per 24 timmar, utspritt under dygnets alla timmar (Hulet m.fl. 1975, s. 255).

Ungefär hälften av dygnets timmar är fåren relativt inaktiva, detta sker i kortare perioder utspridda under dygnet men oftast mest under natten (Hulet m.fl. 1975, s. 288). Under dessa inaktiva timmar vilar främst fåren. Idisslare faller inte i sömn på samma sätt som andra domesticerade djur som till exempel häst och hund (Hulet m.fl. 1975, s. 288). Balch (1955) menar att detta beror på de fysiska behoven som idisslingen kräver. Idisslingen kräver både tid och medvetenhet hos djuret. Till exempel måste bröstkorgen vara i en upprätt position för att nätmagen skall fungera rätt, en position som skulle vara svår att upprätthålla om djuret föll i djup sömn.

2.3 Socialt beteende

Hulet m.fl. (1975, s. 279) definierar sociala relationer som beteenden som är regelbundna och håller två individer samman. Vidare förklarar de att i naturligt formade flockar är det de äldsta tackorna som leder, direkt följt av deras lamm. Men i de flesta kommersiellt hållna flockarna finns inte den här typen av social relation eftersom de flesta flockarna bryts upp och blandas ihop med andra ibland obesläktade individer. Detta medför att det inte finns någon naturlig ledare. Om får betar på ett tillräckligt stort område och det finns tillräckligt med bete så ser man få tecken på dominans bland fåren, för det finns helt enkelt inte orsak till det (Hulet m.fl. 1975, s. 283). Avståndet mellan olika individer när de betar varierar mellan olika raser (Rutter 2002, s. 151)

eller så påverkar typen av växtlighet avståndet (Dwyer och Lawrence 1999). Rutter (2002, s. 151) förklarar att raser som betar uppe i bergen (eng. Hill sheep) har tendens att hålla längre avstånd jämfört med raser som betar åkermark (eng. Lowland breed).

När en flock betar kan man se att individer lyfter upp huvudet för att se var de andra individerna befinner sig (Hulet m.fl. 1975, s. 284). Vuxna får använder vokalisering för att hålla kontakten (Haupt 1998, s. 32). Det är typiskt att får börjar vokalisera om de skiljs åt från flocken (Rutter 2002, s. 149). Det man också har noterat är att när får vokaliserar så åtföljs det ofta av rörelse (Hulet m.fl. 1975, s. 284). Till exempel vokaliserar fåret för att ta reda på var de andra flockmedlemmarna är. När de andra flockmedlemmarna vokaliserar tillbaka börjar djuret gå åt det hållet varifrån ljudet kom.

2.4 Sjukdomsbeteende

En teori är att det är främst beteende som ger ett gott välmående på längre sikt som minskar i och med sjukdom (Weary 2009). Förutom att lek är belönande så förbättrar lek fysiska och sociala förmågor (Spinka m.fl. 2001, Boissy m.fl. 2007) och skulle därför kunna vara ett exempel på beteende som minskar vid sjukdom. Tidigare forskning har indikerat att fårens beteende ändras när de är infekterade av mag- och tarmparasiter (Burgunder m.fl. 2018). Hutchings m.fl. (2000) fann att får som var infekterade av mag- och tarmparasiter spenderade mindre tid på att beta jämfört med får som inte hade parasiter. Grant m.fl. (2020) fann att får med högre parasitbörda gick långsammare. Det blir ofta en minskning eller ökning av ett beteende när ett djur är infekterat av mag- och tarmparasiter (Poulin 1995).

Det finns väldigt lite forskning gjord på får och deras sjukdomsbeteende, och speciellt sjukdomsbeteende vid parasitinfektioner, men desto mer forskning finns gjord på nöt. Forbes m.fl. (2004) undersökte hur mag- och tarmparasiter påverkade kors och kvigors beteende. De fann en signifikant minskning av tiden de betade, den totala ättiden och antalet tuggor hos kor och kvigor som var infekterade. I en studie med tjurar såg man att tjurar med hög parasitbörda låg i medeltal längre perioder från dag 29 till 39 efter

infektion, jämfört med tjurar med låg parasitbörda (Szyszka och Kyriazakis 2013). Högberg m.fl. (2019) såg också en ökning i antalet liggomgångar under 74–86 dagar efter betessläpp hos infekterade stutar (Högberg m.fl. 2019). I en studie gjord av Siivonen m.fl. (2011) kom man fram till att kor som hade feber och svullet juver på grund av akut mastit låg, idisslade och drack mindre jämfört med dagen före de insjuknade. Sepúlveda-Varas m.fl. (2016) påvisade minskat födointag hos mjölkkor redan fem dagar innan kon blev diagnostiserad med akut mastit. Neave m.fl. (2018) såg bland annat att kor åt mindre och färre gånger samt att de hade färre liggomgångar med längre varaktighet tre dagar före klinisk diagnos av akut metrit jämfört med friska kor. Ändrat ät- och ståbeteende har indikerat ketos hos mjölkkor (González m.fl. 2008, Itle m.fl. 2015). I en studie såg man minskad aktivitet och idissling tre till sex dagar före synliga kliniska tecken hos tjurar som antingen var infekterad med luftvägsinfektion eller hade hälta (Marchesini m.fl. 2018).

2.5 Mag- och tarmparasiter

I svenska fårbesättningar är nematoder av familjen *Trichostrongylidae* vanligt förekommande, men också *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia*, *Trichostrongylus*, *Cooperia* och *Nematodirus battus* förekommer (Lindqvist m.fl. 2001). I Finland är de vanligaste parasiterna *Ostertagia/Theladorsagia circumcincta*, *Nematodirus* sp., *Trichostrongylus* sp., *Cooperia* sp. (Livsmedelsverket 2018). Tarvainen (2009) fann i sin undersökning att *Strongyloides papillosus*, *Nematodirus* sp., *Trichostrongylus*, och *Moniezia expansa*, var vanligt förekommande arter i finländska fårbesättningar. *Hemonchus contortus* och *Nematodirus battus* har också påträffats i Finland (Manninen och Oksanen 2010, Ruokavirasto 2019).

Ett mål med kontrollen av mag- och tarmparasiter böra vara att minska på infektionsintensitet, detta genom att hålla god hygien på beten. Måste man använda maskmedel ska det användas vid rätt tidpunkt, det vill säga när djuren har blivit smittade men inte ännu blivit negativt påverkade av parasitbördan (Traversa och von Samson-Himmelstjerna 2016). Ännu mera precision skulle det vara att identifiera de individer som behöver behandling och endast behandla dem och inte hela flocken (TST) (Kenyon

och Jackson 2012). På växande lamm ska man kunna använda sig av daglig tillväxt, FEC (faecal egg counts) och grad av diarré som markör för infekterade lamm (Charlier 2014). På nöt finns det forskningsrön som indikerar att man ska kunna använda daglig tillväxt som indikator för om och när man avmaskar (Höglund 2009).

Ett sätt att kunna minska på användningen av maskmedel är att ha både nöt och får på samma bete, antingen samtidigt eller turvis. Antalet ägg minskade hos lamm som betade på beten där nöt också turvis betade, detta jämfört med betessystem med endast lamm eller där nöt och lamm betade tillsammans (Marley 2006). Att ha rotationsbete, stängsla bort blöta områden och att undvika smutsiga fållor är sådant man kan göra för att minska på risken för parasitsmitta (Bath m.fl. 2001). Genom att låta lammen börja betessäsongen på rena beten kan man minska parasitbördan jämfört med om lammen släpps på permanenta beten (Lindqvist m.fl. 2001).

Får kan till en viss del skydda sig själv mot parasiter genom att urskilja och undvika att äta växter kontaminerad med urin eller avföring (Cooper 2000). Formen på olika växters blad kan påverka hur mycket mag- och tarmparasiter fåren får i sig. Hulet m.fl. (1975, s. 253) menar att mag- och tarmparasiter har en större tendens att finnas på trebladiga växter, som till exempel klöver medan bladen högre upp på gräs oftare är fria från parasiter. Får verkar till en viss del själv kunna minska parasitbördan genom att selektera och äta växter som innehåller kondenserande tanniner, om sådana finns på betet (Lisonbee 2009). Esparsett (*Onobrychis viciifolia*), käringtand (*Lotus corniculatus*) och cirkoria (*Cichorium intybus*) är växter som man ofta har använt sig av i forskning inom detta område (Niezen m.fl. 1998, Marley m.fl. 2003, Athanasiadou m.fl. 2005). Hoste m.fl. (2006) konstaterar att effekten beror på växtart, parasiter och värdjur. Kontroll av parasiter ska inte bara förlita sig på en metod, men växter med tanniner har en potentiell roll för att kunna hantera parasiter (Hoste m.fl. 2006, Kelly m.fl. 2016).

Lamm, dräktiga tackor eller tackor i laktation är de som är mest känsliga för infektion av mag- och tarmparasiter (Bath m.fl. 2001). Det finns även skillnader mellan olika

raser på hur resistent fåren är mot mag- och tarmparasiterna (Good m.fl. 2006). Ett sätt att minska behovet av maskmedel kunde vara att avla på djur som är mer tåliga mot parasiter (Saddiqi m.fl. 2011, Bishop 2012).

3 SYFTE MED STUDIEN

Syftet med studien var att studera hur mag- och tarmparasiter påverkar aktivitetsmönstret och tillväxten hos förstagångsbetande lamm. Med ny kunskap kan man eventuellt hitta nya sätt att diagnosticera parasitsjukdomar och en möjlighet att utforma individanpassade behandlingar som ska kunna minska användningen av antiparasitära medel.

I denna studie på lamm gjordes också en delstudie som innefattade beteendeobservationer. Syftet med beteendeobservationerna var att undersöka om lammens beteende påverkades av om de hade en hög eller låg parasitbörda. En tanke var också att se om de manuella beteendeobservationerna stödde den insamlade data från sensorerna.

Studiens hypoteser var följande:

- Lamm med låg parasitbörda växer bättre jämfört med lamm med hög parasitbörda.
- Lamm med låg parasitbörda rör sig mera och visar även ett mer lekfullt beteende jämfört med lamm med hög parasitbörda.
- Lamm med låg parasitbörda betar och idisslar mer jämfört med lamm med hög parasitbörda.

4 MATERIAL OCH METODER

4.1 Försöksplats och försökstid

Studien gjordes vid Sveriges lantbruksuniversitets (SLU), institutionen för husdjurens miljö och hälsa i Skara, forskningsanläggningen SLU Götala nöt- och lammköttforskning. Tackor med lamm betade på naturbetet ”Stenumsbete” och lammen betade efter avvänjning på en intilliggande vallåterväxt (58° 33'N, 13° 24'E). Studien utfördes under tiden 25 april -20 augusti 2019.

4.2 Försöksdjur och försöksuppläggning

Lammen som användes i studien föddes inomhus i mars och april på Trumpetargården i Skara. Lammen var korsningsdjur mellan Svensk finnull och Dorset. Alla lamm var tvillingar, varav det ena var tacklamm och det andra bagglamm. Studien startade med 30 tackor och deras 60 lamm.

Fåren delades in i två grupper. Grupp 1 bestod av 15 tackor och deras 30 lamm. I denna grupp behandlades varken tackor eller lamm mot mag- och tarmparasiter. Fåren i grupp 2, som också bestod av 15 tackor och deras 30 lamm, behandlades med en oral lösning ivermectin (Ivomec® vet. 0,8 mg/ml per kg kroppsvikt). Tackorna blev avmaskade den 25 april och den 4 juni blev både tackor och deras lamm avmaskade. En tacka insjuknade i juverinflammation så hon och hennes lamm togs ur studien.

Studien var uppdelat i två försöksled. Försöksled 1 började den 25 april när tackorna och lammen släpptes ut på naturbetet och varade fram till avvänjning. Försöksled 2 påbörjades den 25 juni när lammen avvandes från tackorna. Efter avvänjning gick lammen kvar på naturbetet i två dagar, innan de blev flyttade till vallåterväxten som låg intill naturbetet. Vid flytten till vallåterväxten blev lammen indelad i fyra grupper:

Tackgrupp 1 – Exponerade tacklamm (n=15)

Tackgrupp 2 – Avmaskade tacklamm (n=14)

Baggrupp 3 – Exponerade bagglamm (n=15)

Baggrupp 4 – Avmaskade bagglamm (n=14)

Av tackgrupp 1 och baggrupp 3 bildades den så kallade ”hög parasitbörda” gruppen (hög parasit = HP, n= 30) vilket innebar att denna grupp hade större parasitbörda. Den så kallade ”låg parasitbörda” gruppen (låg parasit = LP, n= 28) bestod av tackgrupp 2 och baggrupp 4 och de hade jämfört med gruppen med hög parasitbörda en lägre parasitbörda på grund av att de blev behandlade. Ett bagglamm ur baggrupp 3 exkluderades ur studien 26 juli på grund av hälta. Alla fyra grupperna hölls åtskilda och varje grupp fick en egen fålla som de befann sig i tills studien avslutades. Lammen hade fri tillgång till bete, vatten, saltsten och mineralblock (Effekt Mineralbalja Får med koppar 10 kg, Lantmännen, Stockholm, Sverige). Lammen fick daglig tillsyn av personalen på Götala.

4.3 Natur- och vallbete

Naturbetet bestod av en öppen del där vegetationen var tuvtåteldominerad. Fåren betade främst undervegetationen som bestod av svingelarter (*Festuca*) och gröe (*Poa*), men även olika vensorter (*Agrostis*), lite timotej (*Phleum pratense* L) och hundäxing (*Dactylis glomerata* L.) fanns. En del av områdena bestod av kullar, där ekar (*Quercus robur*) och solitära granar (*Picea abies*) i kombination med mindre hasselbuskage (*Corylus avellana*) växte. På kullarna växte inga stora mängder med gräs men en del örter och hallonsnår (*Rubus idaeus*) som fåren betade. På naturbetet fanns också en del stenar, som på vissa områden bildade klippområden. Mellan naturbete och vallen låg en gammal träda med ogödslad vall. Vegetationen bestod här av blandade sorter med gräs, vitklöver (*Trifolium repens* L.), tuvtåtel (*Deschampsia cespitosa*) och en del vecketåg (*Juncus effusus*). Trädan putsades på vårvintern innan betessläpp. Naturbetet var indelat i två fållor, en fålla för grupp 1 (tackor och lamm) och en annan fålla för grupp 2 (tackor och lamm). Under sommaren 2017 och 2018 hade får från samma gård betat på naturbetet för att infektera betet med mag- och tarmparasiter inför 2019.

Åkerbetet som lammen betade på under försöksled 2 var en förstaårsårsvall som blev insådd 2018. Vallen bestod av följande gräsarter; westerwoldiskt rajgräs (*Lolium*

multiflorum), timotej (*Phleum pratense* L), ängssvingel (*Festuca pratensis*), engelskt rajgräs (*Lolium perenne*), samt av röd- och vitklöver (*Trifolium pratense*, *Trifolium repens*). Första vallskörden togs den 10 juni 2019. Betet var uppdelat i fyra ungefär lika stora fållor (bild 1). Runt åkerbetet och mellan de olika fållorna fanns robust fårgaller. I varje fålla fanns områden med buskar och träd. Saltsten, mineralblock och vatten fanns i varje fålla, och de var placerad utmed sidan som gränsade mot naturbetet.

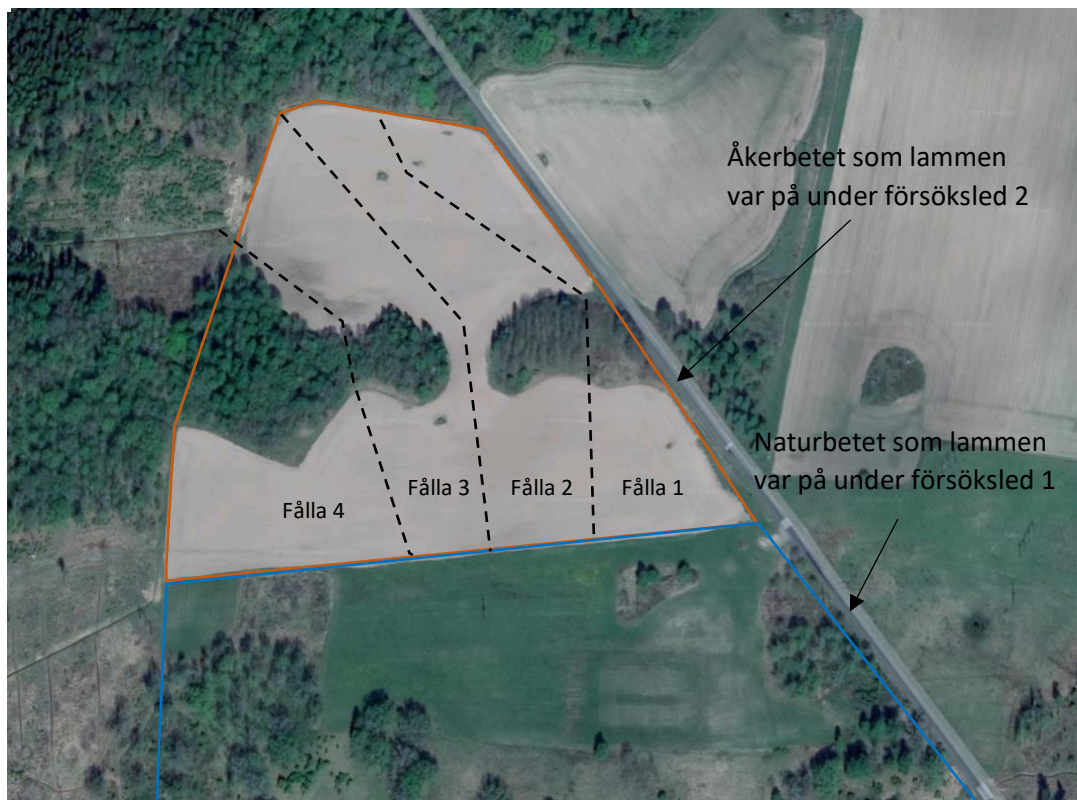


Bild 1. Kartbild över beten som användes i studien. Under försöksled 1 betade tackorna och lammen på naturbetet. Åkerbetet användes under försöksled 2 och här betade endast lammen, varje grupp i egen fålla.

4.4 Mätningar, behandlingar och provtagningar

Försöksled 2 inleddes den 25 juni när lammen avvandes från tackorna och flyttades till vallåterväxten. I tabell 1 finns en översikt över händelser under försöksled 2.

Tabell 1. Händelser under försöksled 2.

| Vecka | Vecka 1 | Vecka 2 | Vecka 3 | Vecka 4 | Vecka 5 | Vecka 6 | Vecka 7 | Vecka 8 | Vecka 9 |
|--------|---|--|-------------------|-------------------|---|--|-------------------|-------------------|--|
| Åtgärd | Vikt Avvänjning Flytt Beteshöjd Betesprov | Vikt Avläsning Träck Avmaskning | Vikt Avläsning | Vikt Avläsning | Vikt Avläsning Beteshöjd Betesprov | Vikt Avläsning Träck Avmaskning | Vikt Avläsning | Vikt Avläsning | Vikt Avläsning Träck Beteshöjd Betesprov |

Vikt= vägning av lammen

Avvänjning = lammen avvandes från tackorna

Flytt = lammen flyttades från naturbetet till åkerbetet

Beteshöjd = mätning av beteshöjden på åkerbetet

Betesprov = insamling av betesprov för kemisk analys

Avläsning = data från sensorerna laddades ned

Träck = träckprov togs

Vägning av djuren

Lammen vägdes varje veckas tisdag på förmiddagen. En grupp åt gången togs in i en hanteringsfälla försedd med våg (Knarrhult, Ullared, Sverige) och vågdisplay (Iconix FX 21 – RS232, Iconix Brand Group, inc., New York, USA). Vågen vägde upp till 200 kg, och hade en delning på 0–50 kg med skaldel 0,2 kg och 51–200 kg med skaldel 0,5kg. Vågen visade 1 decimal. Vikterna skrevs upp manuellt på papper, och fördes senare över till en Excel-fil.

Aktivitetmätning med sensorer

Sensorer användes för att mäta individuell aktivitet på alla lamm i studien. Sensorerna var 3D-accelerometrar (IceQube, IceRobotics Ltd, Edinburgh, UK; validerad av Högborg m.fl. 2020). Till storleken var en sensor 55 x 55 x 27 mm och vägde 75 g, samlingsfrekvensen var 4 Hz. Sensorerna fästes sju dagar före avvänjning på lammens vänstra bakben ovanför klöven med hjälp av ett kardborreband, som säkerhet lades silvertejp runt kardborrebandet (bild 2).



Bild 2. IceQube (IceRobotics Ltd, Edinburgh, UK) sensorn fäst på vänster bakben. För att säkerställa att sensorn skulle hållas på plats användes förutom kardborreband också silvertejp.

Sensorn registrerade kontinuerligt liggtime, ståtime, antal liggomgångar och ett index på total rörelse, motion index (MI). Djuret registrerades som liggande när sensorn var i horisontellt läget. Liggomgång var perioden från när sensorn ändrades från vertikalt läge till horisontellt och tillbaka. När sensorn var i vertikalt läge registreras det som att djuret stod. MI är en bredare mätning som baserar sig på den totala mängden energi ett djur använder över en viss period. För MI finns ingen enhet, utan det är ett mått från IceRobotics. Den insamlade data sparades i 24 timmars-intervall. Varje intervall innehöll följande data: MI, liggtime, ståtime och antalet liggomgångar. Ståtime analyserades inte då det är en invertering av registrerad ståtime. Informationen lagrades upp till nio dagar, vilket innebär att man måste läsa av sensorerna varje vecka. Avläsningen skedde när lammen stod i vågburen i samband med vägningen.

Träckprov och avmaskning

Träckprov togs för att kunna analysera mängden parasitägg hos varje individ. Antal ägg per gram avföring ger information om hur mycket mag- och tarmparasiter som finns i djurets mag- och tarmkanal. Individuella träckprov togs rektalt av varje tacka och lamm var fjärde vecka, förutom vid försöksstopp då det endast hade gått två veckor sedan senast provtagningen. Proverna undersöktes vid SLU i Uppsala med McMaster metoden. För analysering behövdes minst 6 g färsk avföring som efter samling kylde ner i väntan på analys. Räkningen av äggen (FEC) genomfördes med en centrifugeringsförbättrad McMaster teknik. Denna teknik baserar sig på upptäckt av strongylida nematodägg i 3 gram avföring upplöst i 42 ml mättad natriumklorid (NaCl) (densitet 1,18 g/cm³). Detta ger en minimal diagnostisk känslighet för 50 ägg per gram avföring (eng. eggs per gram, EPG).

Betesprov och beteshöjd

Betesproven togs tre gånger under försöksperioden, den 26 juni, 23 juli och det sista togs den 14 augusti. Samtidigt som betesproven togs mättes också beteshöjden. Beteshöjden togs för att uppskatta betestillgången på vallåterväxten och till detta använde man en beteshöjdsjäkmätare. Både beteshöjden och betesproverna togs separat från varje fålla. Mätningarna inom en fålla skedde efter en förutbestämd sträcka, som hade formen som ett W. I varje fålla tog man mellan 30 och 39 prover, som var jämnt fördelad utefter sträckan. Betesmassa samlades in från var femte mätpunkt. Betesmassan samlades in från ett område som en cirkel med cirka tre meters diameter. Betesproven skulle representera det djuren skulle ha valt, därför togs inte prov från till exempel förvuxen tuvtåtel eller ogräs. All betesmassa som togs från de olika punkterna slogs ihop och lades i frysen märkt med datum samt fållans nummer.

Efter försöksstopp slogs proven från varje provtillfälle ihop, så att man fick ett samlingsprov från varje fålla. De fyra samlingsproverna skickades till Optilab i Lidköping och analyserades med avseende på torrsubstanshalt, råprotein, smältbart råprotein, omsättbar energi och neutral detergent fibern (NDF). För mineralanalysen togs 60 gram betesmassa från varje fållas samlingsprov som blev till ett nytt samlingsprov på totalt

240 gram. Detta skickades också till Optilab, Lidköping för att analysera kalcium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg) och kalium (K) halten i provet. Askhalten analyserades också.

Torrsubstansen bestämdes genom att torka i ugn, förtorkning i cirka 60 °C och sluttorkning i 130 °C under 1 timme. Råprotein analysen gjordes enligt Dumasmetoden (Dumas 1831), som innebär fullständig förbränning av provet med efterföljande bestämning av frigjord kvävgas. Smältbart råprotein beräknades från råproteinresultatet som var framtaget med Dumas. Med resultat från vomvätskelöslig organisk substansanalys (VOS) (Lindgren 1979) samt resultat från analys av aska beräknades omsättbar energi. Innehållet av NDF analyserade enligt Chai och Udén (1998). Mängden aska bestämdes viktmässigt som den del av fodermedlet som blev kvar efter föraskning till konstant vikt vid cirka 500 °C i ugn. Mineralhalterna bestämdes enligt Inductively Coupled Plasma (ICP) -metoden.

4.5 Beteendeobservationer

Under fem veckors tid gjordes det beteendeobservationer av lammen ute på betet. Observationerna gjordes under onsdag och torsdag för- och eftermiddag. Förmiddagsobservationerna påbörjades ungefär klockan 08.30 medan eftermiddagsobservationerna påbörjade cirka klockan 13.00. Från varje grupp valdes fyra fokaldjur ut slumpmässigt, enda kravet var att lammen inte skulle vara syskon. Fokaldjuren markerades med målarspray (KRUUSE Ovi-mark märkspray får) för att lätt kunna urskiljas vid observationerna. Ett schema gjordes upp så att varje fokaldjur blev observerat en gång i veckan och alltid vid olika tidpunkter. Detta schema gjordes upp slumpmässigt. Fokaldjuren observerades en åt gången under 30 minuter. Varje observationsdag observerades ett lamm från vardera behandlingen och könet. Observationerna gjordes av fyra olika personer. Innan man började med observationerna gick man tillsammans igenom definitionerna av beteendena.

Beteende med längre varaktighet registrerades med momentan registrering med en minuts intervall. Till hjälp användes tidtagarur som signalerade en gång i minuten. I tabell 2 är de olika beteendena och definitionen av dem presenterade. Samtidigt gjordes en kontinuerlig registrering av olika beteende av fokaldjuret (tabell 3). Man registrerade hur många gånger fokaldjuret gjorde något av dessa beteende under de 30 minuterna man observerade fokaldjuret. För att registrera samma beteende flera gånger behövde djuret utföra ett annat beteende emellan, eller så skulle åtminstone 10 sekunder ha gått emellan de två registreringarna.

Tabell 2. Etogram över de beteende som registrerades under momentan registrering med registrering en gång i minuten. Definitionerna grundar sig på etogram gjord av Chapagain (2012), som Lena Lidfors (SLU 2019) kompletterade inför den här studien.

| Beteende | Definition |
|-------------------------------|--|
| Ligga | Mage och flank i kontakt med marken. Ingen vikt uppbärs av någondra klöv. Ögonen är antingen öppna eller stängda (bild 3). |
| Idissla i liggande positionen | Idisslar i liggande position, med ögonen antingen öppna eller stängda. |
| Stå | I stående position, men varken äter dricker eller utför andra motoriska beteende. |
| Idissla i stående position | Står still och idisslar. |
| Gå | Lugn och långsamma rörelser, två eller tre klövar berör marken hela tiden, åtminstone två steg framåt. |
| Idissla vid gång | Idisslar samtidigt som den går. |
| Beta | Sänkt huvud med mulen nära växtligheten och utför bitande rörelser (bild 4). |
| Beta buskar/träd | Biter av löv och annan vegetation från buskar och träd (bild 5). |
| Dricka | Mulen är i kontakt med vatten och djuret tar in vatten. |

Tabell 3. Etogram över de beteenden som noterades under kontinuerlig registrering. Beteenden gällde rörelser, lek med andra individer och föremål, komfort beteende och

vokalisering. Definitionerna grundar sig på etogram gjord av Chapagain (2012), som Lena Lidfors (SLU 2019) kompletterade inför den här studien.

| Beteende | Definition |
|-----------------------|--|
| Springa | Snabba rörelser utmed marken eller någon slags gång snabbare än gång, rörelse i riktning framåt eller sidledes. |
| Hoppa | Två framben lyfts från marken; framdelen av kroppen är höjd och rörelsen uppåt. |
| Skutta | Styva hopprörelser medan kroppen och huvudet ofta vrids upprepande. |
| Knuffa | Två djur trycker eller springer in i varandra med huvudet. Mönstret kan vara i en riktning men är ofta dubbelriktad. Klar sänkning av huvudet för att försöka knuffa andra djur inom 2 cm är medräknat. Att knuffa i från sidan, framifrån eller bakifrån är medräknat. (Bild 6) |
| Bestiga | Står på bakbenen och reser frambenen ovanpå ett annat djur (bestiger ett annat djurs huvud eller kropp framifrån, sidledes och bakifrån). Misslyckade försök att bestiga räknas också. (Bild 7) |
| Nosa på lamm | Nosen inom 5 cm av någon del av kroppen på ett annat lamm och inhalerar luft. |
| Skrapa med framklöven | Använder frambenet för att skrapa på marken. Varje tag med klöven är inte räknad. Men om ett djur byter ben och börjar skrapa med den andra klöven så räknas detta som ett nytt skrapande. |
| Nosa på objekt | Nosen inom 5 cm av ett objekt och inhalerar luft. |
| Bitar på objekt | Kvist eller objekt i munnen och tydligt tuggande. |
| Gnida och klia | Gnider kroppen mot ett träd eller ett objekt, krafsar på kroppen med ett bakben. |
| Vokalisera | Lågt bråkande av lamm. Varje bråkande är medräknat. |



Bild 3. Lamm som ligger.



Bild 4. Lamm som betar.



Bild 5. Varje grupp hade tillgång till område med buskar och träd. Betande av buskar och träd registrerades.



Bild 6. Två lamm som knuffas.



Bild 7 Ett lamm som bestiger ett annat lamm.

Vid varje minut som man registrerade ett beteende registrerades också var fokaldjuret befann sig. Varje grupps fålla var indelad i sex lika stora delar på en karta, som fick benämningen A, B, C, D, E och F. Dessutom noterades också starttidpunkten för varje observation och en kort anteckning om vädret. Noggrannare uppgifter om vädret registrerades vid Götala väderstation.

Den 26 juli togs ett av fokaldjuret ut ur studien på grund av hälta. Lammet som togs ur studien hörde till baggruppen med hög parasitbörda. För att fortsättningsvis ha samma antal fokaldjur valdes ett nytt fokaldjur ut ur samma grupp.

4.6 Statistisk analys

Data från sensorerna och träckproverna som samlades in under försöksperioden lades in och ordnades i Microsoft Excel (16.0.4591.1000). Den statistiska analysen utfördes med programmet R (v. 3.4.3). Antaganden om varianshomogenitet och normalfördelning av residualer kontrollerades med residualanalys. Daglig aktivitet (IceQube) analyserades med linjära mixade modeller med upprepade mätningar genom LME-funktionen i NLME-paketet (Pinheiro m.fl. 2017). Exponeringsgrupp (hög, låg) och dag

valdes som fix effekt, med individ som slumpmässig effekt. För att ta hänsyn till autokorrelation användes en kontinuerlig autoregressiv struktur med en kontinuerlig tidskovariat (corCar1). Parvisa skillnader i aktivitet jämfördes med ANOVA i NLME-paketet. Tukey's parvisa jämförelse genomfördes med Emmeans-paketet (Lenth och Lenth 2018). Dagarna fram till avvänjningen betecknas som minusdagar. Den dagen lammen avvändes betecknas som dag 0. Dagar efter avvänjning är försöksled 2 och betecknas som plusdagarna.

Under observationstillfällen antecknad observatörerna beteendeobservationerna på uppgjorda pappersblanketter. Efteråt sammanställdes all data i Microsoft Excel (16.0.4591.1000) inför den statistiska analysen. Data analyserades med SAS version 9.4 (Statistical Analysis System Ltd, Cary, USA). Det icke-parametriska testet Wilcoxon Rank-summe test användes för att ta reda på om det var några signifikanta skillnader i de registrerade beteendena mellan lamm som var avmaskade och lamm som inte var avmaskade. Följande beteende som registrerades under momentan registrering testades: ligger, ligger och idisslar, står stilla, står och idisslar, går, går och idisslar, betar, äter buskar, dricker vatten, äter (betar + äter buskar) och idisslar (liggande, stående + gående). Följande beteenden som registrerades kontinuerligt testades: springa, knuffa, nosa på lamm, nosa på objekt, gnida och klia, skrapa med framklöv och vokalisera. Beteenden som hade för få registreringar kunde inte testas. Två-sidiga p-värden användes och $p < 0,05$ ansågs signifikanta och $p < 0,1$ ansågs vara tendenser till skillnader.

5 RESULTAT

5.1 Betets karaktär

De olika fållornas betesvall var vid varje mätningstidpunkt relativt lika. Betesvallen var som mest nerbetad vid det andra mätningstillfället den 23 juli då medeltalet på höjden av vallen låg mellan 5,0–6,9 cm (SD 1,2–2,2) (tabell 4). Vid det sista mätningstillfället hade betesvallen växt till sig och var nästan i samma höjd som vid det första

mätningstillfället. Resultatet av näringsanalysen presenteras i tabell 5 och resultatet av mineralanalysen presenteras i tabell 6.

Tabell 4. Sammandrag över beteshöjdmätningarna. Mätningarna gjordes vid tre olika tillfällen (26 juni, 23 juli och 14 augusti), och vid varje tillfälle mättes betets höjd i varje fålla vid ett flertal mätpunkter.

| | 26-06-2019 | | | | 23-07-2019 | | | | 14-08-2019 | | | |
|------------|------------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|
| | Fålla 1 | Fålla 2 | Fålla 3 | Fålla 4 | Fålla 1 | Fålla 2 | Fålla 3 | Fålla 4 | Fålla 1 | Fålla 2 | Fålla 3 | Fålla 4 |
| Medel (cm) | 9.4 | 9.5 | 9.5 | 9.2 | 6.4 | 5.0 | 6.9 | 6.5 | 8.6 | 8.9 | 9.0 | 8.6 |
| Högst (cm) | 12.0 | 13.0 | 13.0 | 11.0 | 11.0 | 8.0 | 12.0 | 9.0 | 12.0 | 12.0 | 16.0 | 11.0 |
| Lägst (cm) | 6.0 | 7.0 | 7.0 | 6.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 6.0 |
| SD (cm) | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 1.3 | 1.9 | 1.7 | 2.2 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.8 | 1.4 |

Medel (cm) = fållans medeltal av alla mätningar

Högst (cm) = fållans högsta mätning

Lägst (cm) = fållans lägsta mätning

SD (cm) = standardavvikelse

Tabell 5. Näringsanalys med resultat av samlingsproven skilt för varje fålla.

| Analys | Fålla 1 | Fålla 2 | Fålla 3 | Fålla 4 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Torrsubstans (%) | 17 | 18 | 19 | 21 |
| Råprotein (g/kg TS) | 234 | 232 | 225 | 224 |
| Smältbart råprotein (g/kg TS) | 188 | 187 | 180 | 179 |
| Omsättbar energi (MJ/kg TS) | 11.7 | 11.5 | 11.6 | 11.8 |
| NDF (g/kg TS) | 336 | 352 | 358 | 343 |
| Aska (g/kg TS) | 86 | 87 | 88 | 92 |

TS = torrsubstans

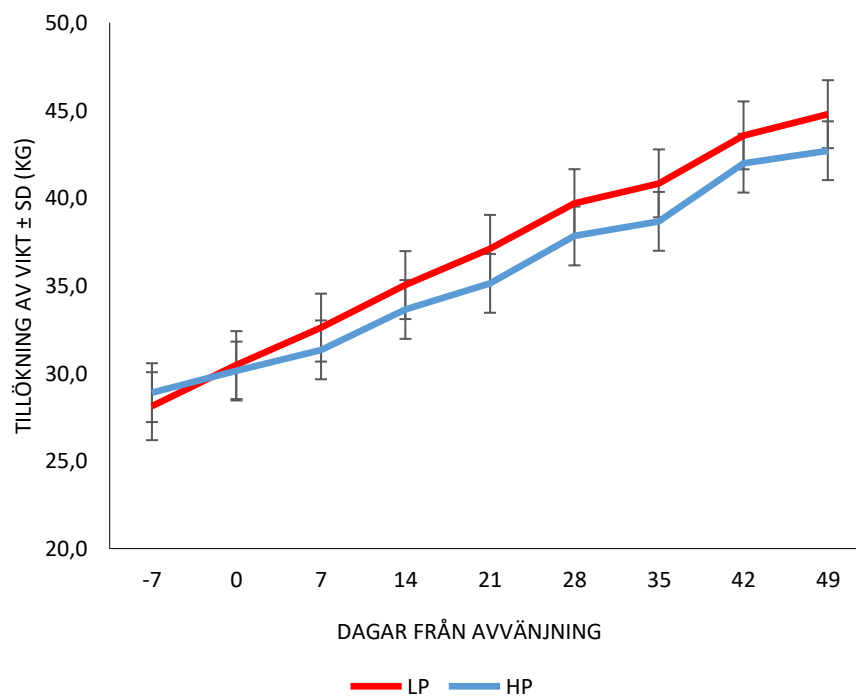
Tabell 6. Mineralanalys av samlingsprov från alla fållor från varje provtagningstidpunkt.

| Analys | Resultat, g/kg TS |
|---------------|-------------------|
| Kalcium, Ca | 11.9 |
| Fosfor, P | 3.2 |
| Magnesium, Mg | 3.5 |
| Kalium, K | 20.5 |

TS = torrsubstans

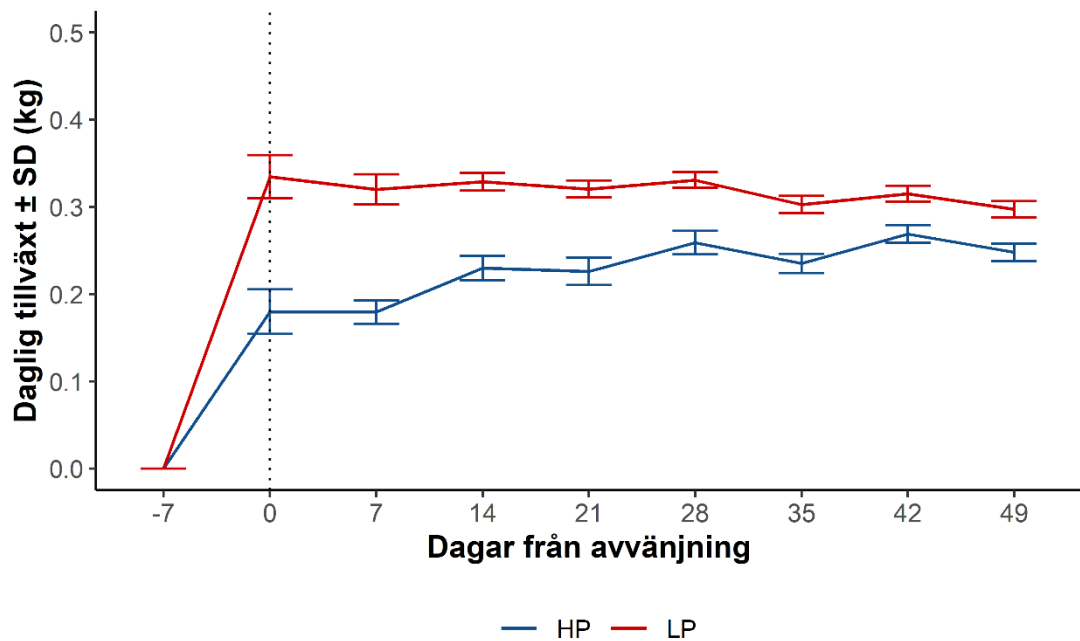
5.2 Tillväxt och vikter

Ändring i vikten för lammen under tidsperioden sju dagar före avvänjning till försöksstop är presenterad i figur 1. Vid betessläpp den 18 juni var medelvikten hos lammen med låg parasitbörda 28,1 kg ($\pm 4,7$ kg SD) och de med hög parasitbörda 28,9 kg ($\pm 3,6$ kg SD). Vid försöksstop den 13 augusti hade gruppen med låg parasitbörda en medelvikt på 44,8 kg ($\pm 5,0$ kg SD), medan gruppen med hög parasitbörda hade en medelvikt på 42,7 kg ($\pm 5,2$ kg SD).



Figur 1. Viktökning (kg) (\pm SD) hos lammen på bete under perioden sju dagar före avvänjning fram till försöksstop. En grupp hade hög parasitbörda (HP, n=30) och den andra gruppen hade låg parasitbörda (LP, n=28).

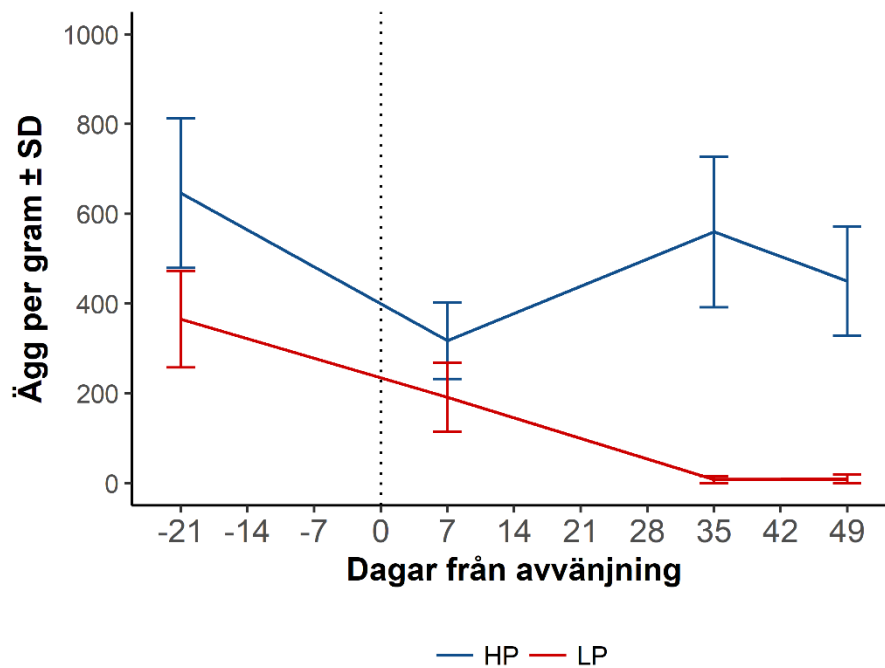
Genom hela studien hade gruppen med låg parasitbörda högre daglig tillväxt än gruppen med hög parasitbörda ($P < 0,001$) men skillnaden mellan de två grupperna minskade över tid (figur 2). Under försökled 2 (från dag 0 till dag 49) växte lammen med hög parasitbörda i medeltal 246 g/dag och lammen med låg parasitbörda 297 g/dag.



Figur 2. Daglig tillväxt (kg) (\pm SD) hos lamm på bete under perioden sju dagar före avvänjning fram till försöksstop. En grupp hade hög parasitbörda (HP, $n=30$) och den andra hade låg parasitbörda (LP, $n=28$).

5.3 Mag- och tarmparasiter

Lammen i gruppen med hög parasitbörda hade högre EPG än lammen i gruppen med låg parasitbörda ($P < 0,001$). Lammen hade störst parasitbörda 21 dagar före avvänjning. Vid dag 7 avmaskades lammen i gruppen med låg parasitbörda medan lammen i gruppen med hög parasitbörda förblev obehandlad hela studien igenom. Antal ägg per gram (EPG) i avföringen ökade för gruppen med hög parasitbörda fram till dag 35, därefter sjönk det en aning. För lammen i gruppen med låg parasitbörda sjönk antalet ägg per gram fram till dag 35, och låg sedan kvar på samma nivå fram till försöksstoppet.

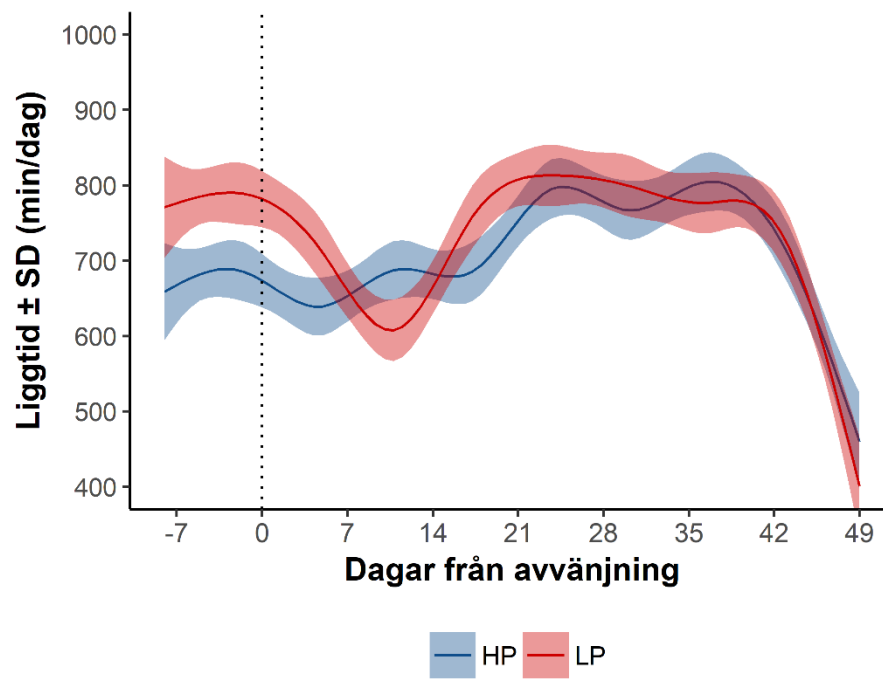


Figur 3. Analysresultaten av träckproverna från lamm, resultatet anges i ägg per gram (\pm SD). En grupp hade hög parasitbörda (HP, $n=30$) och den andra hade låg parasitbörda (LP, $n=28$).

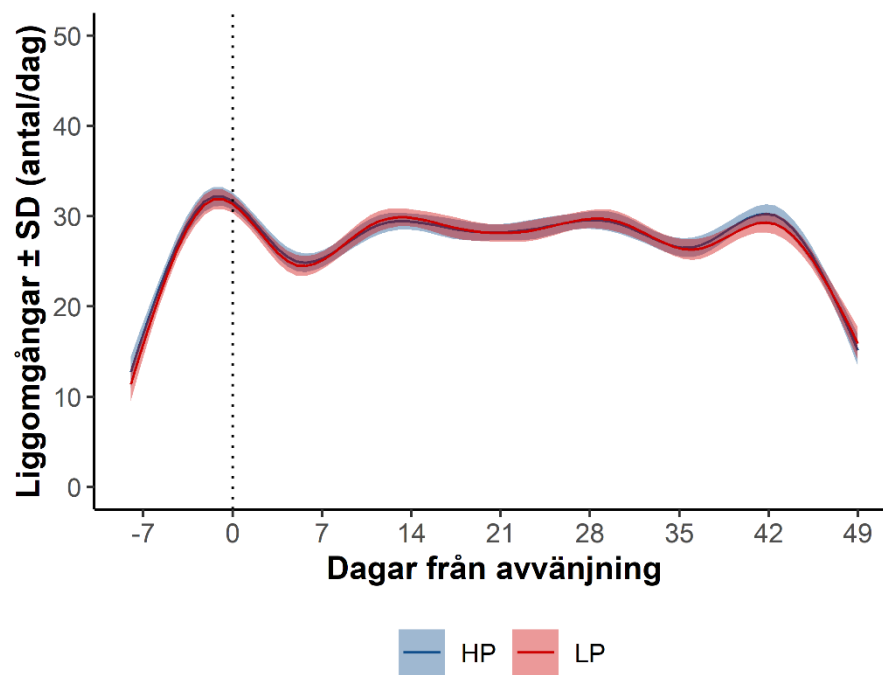
5.4 Aktivitetsmätningar från sensorerna

Liggtid och liggomgångar

Hur många minuter per dag som djuren låg presenteras i figur 4. Det var ingen skillnad mellan de två grupperna i liggtiden under registreringstiden ($P=0,15$). Om man bara jämför de första sju dagarna efter avvänjning låg gruppen med låg parasitbörda i snitt 127 minuter längre per dag jämfört med gruppen med hög parasitbörda ($P=0,02$). Det fanns ingen skillnad i antalet liggomgångar mellan grupperna över hela perioden ($P=0,45$) (figur 5).



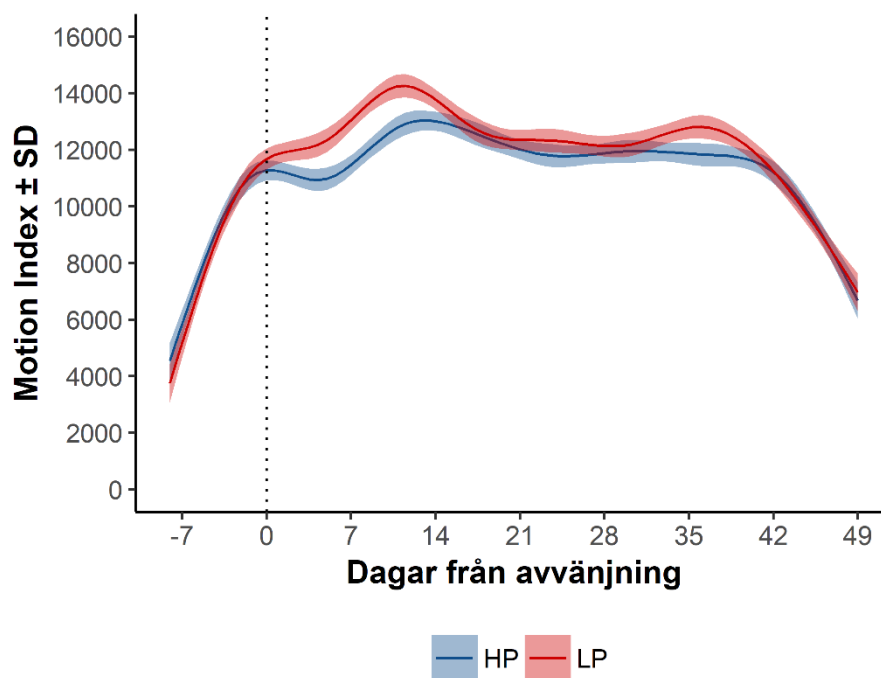
Figur 4. Varaktighet av liggtid per 24 timmar hos lamm med hög parasitbörda (HP, n=30) respektive låg parasitbörda (LP, n=28).



Figur 5. Antal liggomgångar per dag (\pm SD) hos lamm på bete. Lamm med hög parasitbörda betecknas HP (n= 30) och lamm med låg parasitbörda LP (n=28).

Motion index (MI)

Över hela perioden fanns det ingen skillnad i MI mellan grupperna ($P=0,15$) (figur 6). Jämför man de två grupperna under de 10 första dagarna efter avvänjning fanns det en skillnad, gruppen med låg parasitbörda har ett MI som är 762 högre per dag jämfört med gruppen med hög parasitbörda ($P=0,02$).

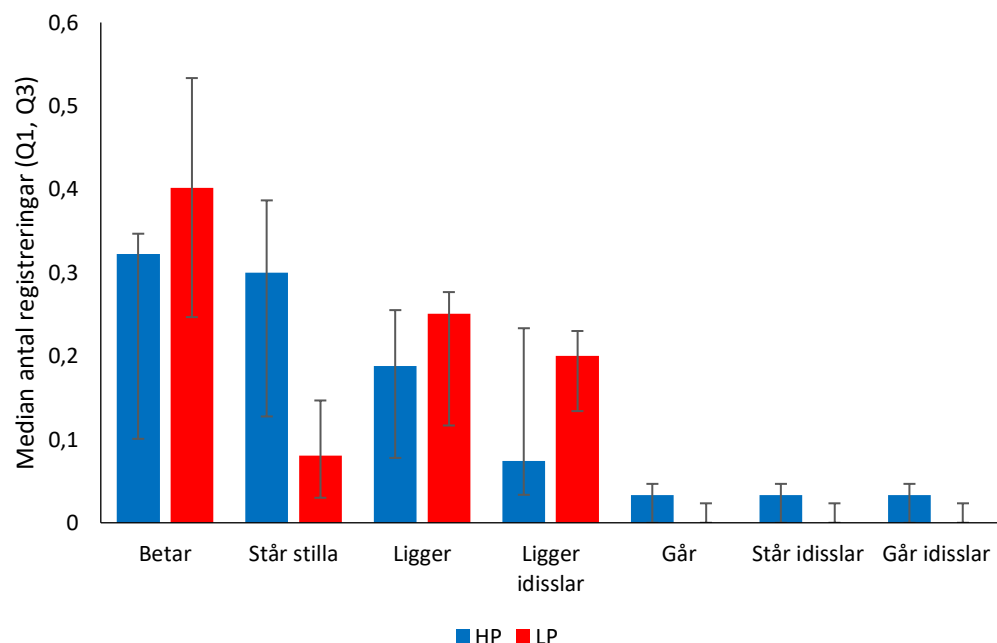


Figur 6. Motion index (\pm SD) hos lamm på bete från sju dagar före avvänjning till försöksstop. En grupp hade hög parasitbörda (HP, n=30) och den andra hade låg parasitbörda (LP, n=28).

5.5 Beteendeobservationerna

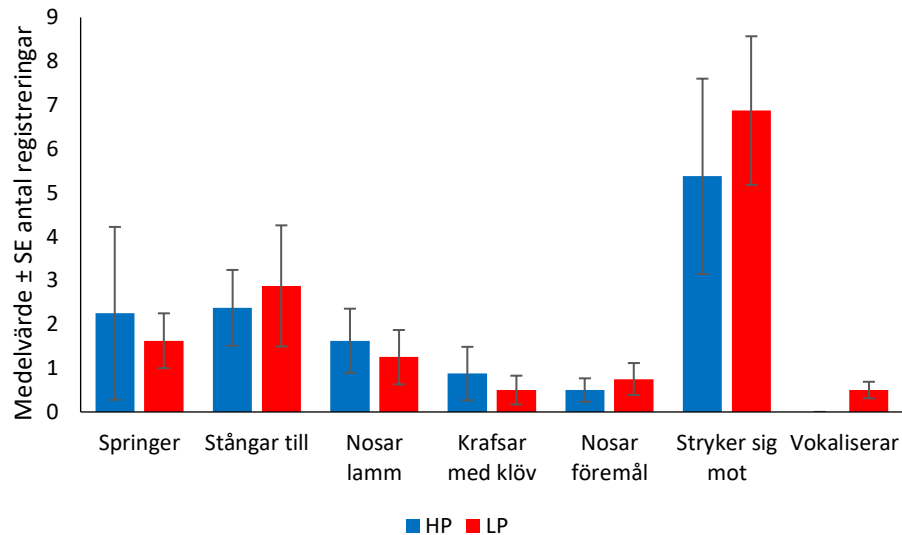
Lammen med hög parasitbörda stod stilla signifikant fler antal registreringar än de med låg parasitbörda ($P=0,02$, $Z=-2,12$, figur 7). Lammen med låg parasitbörda hade en tendens att beta fler antal registreringar än de med hög parasitbörda ($P=0,06$, $Z=1,59$,

figur 7). Det var inga signifikanta skillnader mellan lamm med hög respektive låg parasitbörda i ligger ($P=0,33$, $Z=0,43$) och ligger och idisslar ($P=0,12$, $Z=1,16$, figur 7). Beteendena går ($P=0,44$, $Z=0,14$), går och idisslar ($P=0,47$, $Z=0,06$), samt står och idisslar ($P=0,13$, $Z=-1,12$) hade nästan inga registreringar hos lammen med låg parasitbörda (figur 7). Beteendena dricker vatten och äter på buskar och sly hade så få registreringar att det inte var meningsfullt att analysera dem vidare.



Figur 7. Median (Q1, Q3) för antal registreringar av beteenden hos lamm på bete med hög parasitbörda (HP, $n=8$) respektive låg parasitbörda (LP, $n=8$). Testat med Wilcoxon rank-summe test.

Sociala och andra beteenden som registrerades som antal gånger de inträffade under hela observationspasset på 30 minuter hade inga signifikanta skillnader mellan lamm med hög respektive låg parasitbörda (figur 8). Vokalisering registrerades signifikant fler gånger hos lammen med låg parasitbörda än hos lammen med hög parasitbörda ($p=0,015$, $Z=-2,17$, figur 8). Medelvärdena redovisas här ihop med standard error (SE) eftersom medianerna blev 0.



Figur 8. Medelvärde (\pm SE) för antal registreringar av beteenden hos lamm på bete med hög (HP, n=8) respektive låg (LP, n=8) parasitbörda.

5.6 Vädret

I tabell 6 är data från Götala väderstation samlad för de dagar som beteendeobservationerna gjordes. Under den här perioden inföll fint sommarväder enligt svenska förhållanden. Beteendeobservationerna som påbörjades klockan 13.00 utfördes när det var som varmast på dagen. Maxtemperaturen översteg $+20^{\circ}\text{C}$ under alla dagar förutom den 31 juli. Medeltemperaturen understeg $+15^{\circ}\text{C}$ vid tre av tio observationstillfällen. Betydande regnfall kom endast under en observationsdag.

Tabell 7. Registrerade väderförhållanden under de dagar som beteendeobservationerna gjordes. Temperaturen mättes på 1,5 meters höjd.

| DATUM | Temperatur $^{\circ}\text{C}$ (1.5m) | | | Relativ fuktighet % | | | Nederbörd, mm | Vind m/s |
|------------|--------------------------------------|------|-----------------|---------------------|-------|------------|--------------------|--------------------|
| | Min | Max | Medeltemperatur | Min | Max | Medelvärde | Dygnsnederbörd, mm | Medelvindhastighet |
| 10-07-2019 | 5.1 | 21.6 | 14.9 | 45.0 | 99.8 | 75.0 | 0.0 | 0.5 |
| 11-07-2019 | 6.7 | 24.4 | 16.2 | 44.0 | 100.0 | 74.1 | 0.0 | 0.5 |
| 17-07-2019 | 4.8 | 22.3 | 15.3 | 41.9 | 99.9 | 72.5 | 0.0 | 0.6 |
| 18-07-2019 | 6.0 | 24.1 | 16.4 | 47.1 | 99.7 | 76.4 | 0.0 | 0.4 |
| 24-07-2019 | 11.3 | 26.9 | 19.8 | 49.6 | 100.0 | 78.1 | 0.0 | 0.4 |
| 25-07-2019 | 12.6 | 29.9 | 22.0 | 42.0 | 99.6 | 72.3 | 0.0 | 0.4 |
| 31-07-2019 | 7.8 | 19.2 | 13.9 | 52.5 | 92.2 | 70.0 | 0.0 | 1.2 |
| 01-08-2019 | 6.3 | 21.3 | 14.3 | 52.5 | 99.5 | 77.3 | 0.2 | 0.4 |
| 07-08-2019 | 9.7 | 21.6 | 15.4 | 59.6 | 99.5 | 88.4 | 7.2 | 0.9 |
| 08-08-2019 | 10.6 | 20.9 | 15.9 | 62.3 | 100.0 | 84.9 | 0.0 | 0.7 |

6 DISKUSSION

Med denna studie ville man ta reda på hur mag- och tarmparasiter påverkar aktivitetsmönster och tillväxt hos förstagångsbetande lamm. Studien är en av de första i sitt slag och det finns få andra studier att jämföra resultaten med. Ett av syftena med delstudien med beteendeobservationerna var att få fram data som kunde stödja den insamlade data från sensorerna.

6.1 Bete

Beteshöjden i denna studie motsvarade vad man sett i en annan forskning gjord i Sverige (Ringmark m.fl. 2019). Betet var som högst vid mätningen i juni för att sjunka och vara som lägst vid mätningen i juli och vid augustimätningen hade beteshöjden stigit igen. I en studie i Danmark såg man samma fenomen, höjden på betet minskade från maj till juli för att sedan i augusti åter börja stiga (Boa m.fl. 2001). Enligt Lukes (2018) fodertabeller har ett färskt bete en torrsbstans på 200 g/kg ett näringsinnehåll på ME 11,3 MJ/kg TS, råprotein 180 g/kg ts, NDF 535 g/kg ts, och aska 100 g/kg ka. Resultaten av näringsanalysen av samlingsproven för försöksfållorna motsvarar långt detta, förutom NDF som var avsevärt lägre i analysen från försöksfållorna. En orsak till detta kan vara att betet var kortväxt. Det finns korrelation mellan längden på växten och NDF halten (Tomaz m.fl. 2018). Ribeiro m.fl. (2005) hade i sitt försök högre längd på betet (10,2–15,9 cm) och den kemiska analysen av betet visade också på högre NDF värde (498–545 g/kg ts).

Mineralhalten i bete påverkas av olika faktorer, som till exempel växtarter, tillväxtskede, typ av mark och eventuell användning av olika gödselmedel (McDonald m.fl. 2011, s. 484). I en studie gjord i finländska förhållanden uppmätte man följande: Ca 5,72 g/kg ts, P 4,23 g/kg ts, Mg 1,97 g/kg ts samt K 33,47 g/kg ts (Kuusela 2006). I samma studie såg man att speciellt vitklöver höjde halten av kalcium. Enligt McDonald m.fl. (2011, s 484) kan följande värden räknas som normala: Ca 2,5–5,0, P 2,0–3,5, Mg 1,2–2,0 samt K 15–30. Enligt detta skulle kalcium- och magnesiumhalten i

mineralanalysen från försöksfållorna vara över det normala värdet. Kalciumhalten i vår studie var även högre än i studien i Finland. Betet som lammen betade var insådd med både vit- och rödklöver, vilket kan ha orsakat den höga kalciumhalten.

6.2 Tillväxt och vikt

I denna studie växte lammen med hög parasitbörda i medeltal 246 g/dag och lammen med låg parasitbörda 297 g/dag, vilket kan anses som normal tillväxt. Detta var lammens tillväxt från dag 0 till 49 under försöket. Att jämföra tillväxt på lamm är svårt eftersom tillväxten påverkas av olika faktorer, till exempel ras, kullstorlek, kvalitet på bete och uppfödningmodell. Även under vilket tidsintervall man räknar ut tillväxten påverkar. I en norsk studie uppmätte man att lamm växte 320 g/dag i medeltal på naturbete (Lind m.fl. 2020). I en studie gjord i Brasilien varierade den dagliga tillväxten mellan 193–243 g/dag (Savian m.fl. 2014).

Lammen med hög parasitbörda hade 13 % lägre tillväxt jämfört med gruppen med låg parasitbörda. Tidigare forskning har påvisat en minskning med 30 % på daglig tillväxt hos lamm infekterade med mag- och tarmparasiter (Kyriazakis 1994). Minskat intag av föda och minskad effektivitet av absorbering av näringsämnen orsakad av parasitbörda (Thamsborg och Agergaard 2002, Colditz 2008) kan vara orsaker till att lammen som hade hög parasitbörda hade lägre tillväxt jämfört med lammen med låg parasitbörda.

Vägningarna utfördes alla gånger med samma utrustning och med samma rutiner. Under två tillfällen hade det regnat eller regnade när lammen vägdes, vilket kan ha påverkat vägresultatet, detta berörde dock alla grupper och påverkade inte slutresultatet.

6.3 Mag- och tarmparasiterna

Under försöksled 1 betade lammen tillsammans med tackorna på ett infekterat bete. För att få fram lamm med låg parasitbörda avmaskade en del av lammen. Problem med resistens parasiter fanns troligtvis inte i denna besättning eftersom behandlingen hade effekt och man tydlig såg skillnad i EPG mellan de två grupperna. Lammens EPG-nivåer var som högst kring 800, vilket är lågt, och därför upptäcktes endast subkliniska symptom. I en studie gjord i Nya Zeeland såg man också bara subkliniska symptom när lammen hade låg eller moderat infektion av mag- och tarmparasiter (Ikurior m.fl. 2020). När EPG stiger över 1000 har man sett minskat hull jämfört med lamm som hade EPG under 500 (Sweeny m.fl. 2011). I en studie gjord av Coop m.fl (1976) såg man inga kliniska symptom hos lamm som hade EPG upp till 2000. I Bentouns m.fl. (2012) studie motsvarade klass 3 i FAMCHA ett EPG över 1000 och man rekommenderar att man behandlar med antiparasitära medel om djuret är i klass 4 eller 5.

6.4 Aktivitetsmätningar från sensorerna

Under de sju första dagarna efter avvänjning konstaterades att lammen med låg parasitbörda låg mer än lammen med hög parasitbörda. Samtidigt så hade lammen med hög parasitbörda lägre MI jämfört med lammen med låg parasitbörda. Detta innebär att lammen med hög parasitbörda stod mer tidigt i infektionen, jämfört med lammen med låg parasitbörda. Forskning på tjurar har däremot visat att nöt ligger mer när de är infekterad av parasiter (Szyszka och Kyriazakis 2013, Högberg m.fl. 2019). Forskning på mjölkkor har visat att också kor som led av akut mastit låg mindre jämfört med dagen före de insjuknade (Siivonen m.fl. 2011). Orsaken till att får och nöt visar en skillnad i sjukdomsbeteende kan bero på att fåren är ett lättare bytesdjur för rovdjur och därför väljer sjuka får att stå istället för att ligga för att vara bättre beredd på att fly ifall en farlig situation skulle uppstå.

Möjligheten att använda 3D-accelerometer för att kunna mäta fårens beteende är undersökt endast i ett par tidigare forskningar (Alvarenga m.fl. 2016, Giovanetti m.fl.

2017, Radeski och Ilieski 2017, Ikurior m.fl. 2020). Man kan konstatera att det finns potential i att använda 3D-accelrometrar för att upptäcka förändringar i beteende, och att man kan använda denna information för att identifiera lamm infekterade med mag- och tarmparasiter. I en forskning gjord så sent som år 2020 i Nya Zeeland såg man avvikelser i aktivitet vid låg och moderata infektionsnivåer av mag- och tarmparasiter, och man föreslår att aktivitetsmätningar skulle kunna ge en tidig indikation på subklinisk infektion av mag- och tarmparasiter (Ikurior m.fl. 2020).

Sett på hela försöksperioden fanns det ingen signifikant skillnad mellan de två grupperna för någondera av de uppmätta beteendena (liggtid, liggomgångar, MI). Möjlighvis skulle man kunna se signifikanta skillnader om de infekterade lammen hade ännu större parasitbörda. Lammen med hög parasitbörda uppvisade inga kliniska symptom på parasitinfektion. Dock var aldrig målet att lammen skulle bli så påverkade av mag- och tarmparasiterna att de skulle börja uppvisa kliniska symptom. Däremot såg man signifikanta skillnader i liggtid och MI mellan de två grupperna i början av perioden. Detta innebär att man kan se beteendeskilnader under den tidpunkten då man vanligtvis skulle ta träckprov på lammen.

6.5 Beteendeobservationerna

Med sensorerna uppmättes skillnader mellan de två grupperna i MI upp till de 14 första dagarna och skillnader liggtid upp till de 10 första dagarna. Dessvärre påbörjades beteendeobservationerna först på dag 15, detta betyder att vi inte har data från beteendeobservationerna som stöder just den här insamlade data från sensorerna. Som här tidigare konstaterades så stod lammen med hög parasitbörda mer jämfört med lammen med låg parasitbörda. Detta var något som också kom fram i beteendeobservationerna, lammen med hög parasitbörda stod stilla signifikant fler antal registreringar än de med låg parasitbörd.

Lamm med hög parasitbörda hade en tendens att ha färre antal registreringar för beteende, jämfört med lammen med låg parasitbörda, dessvärre framkom det inte hur

länge lammen betade. Hutchings m.fl. (2002) konstaterade i sin undersökning att får som var infekterade av mag- och tarmparasiter betade lika många gånger som friska får, men att deras betesstunder blev kortare jämfört med friska får. För att kunna dra större slutsatser om detta skulle man behöva göra mer studier, gärna med hjälp av teknologi som kontinuerligt kunde mäta antal betesomgångar och längden på betesomgångarna.

Beteendeobservationerna inföll under den tid på dygnet då lammen var relativt inaktiva. Det var också den delen av dygnet när det är som varmast och under en period med varmt väder. Detta kunde vara orsaker till att man inte fann några skillnader mellan de två grupperna i socialt beteende. Kanske skulle man kunna se mer sociala beteende om man observerar under andra tidpunkter på dygnet. En av studiens hypotes var att lamm med låg parasitbörda skulle rör sig mera och även visa ett mer lekfullt beteende. Med denna studie kan man inte dra slutsatsen att lamm med låg parasitbörda skulle ha mer lekfullt beteende. Troligtvis behöver man mer data, till exempel videoinspelning över hela dygnet, för att kunna se eventuella skillnader i lekfullt beteende.

Ett av fokaldjuren togs ur försöket på grund av hälta. Ett nytt fokaldjur valdes ur samma grupp. Detta torde inte ha haft någon större inverkan på slutresultatet. Beteendeobservationerna gjordes av fyra olika personer. Påverkan av att ha fyra olika observatörer minimerades med bra och tydliga instruktioner.

6.6 Vädret

Enligt SHMI's månadsstatistik så regnade det i Skara 79 mm under juli månad 2019, och sett på ett längre tidsperspektiv (1961–1990) så har det i genomsnitt regnat 58 mm i Skara under juli månad (SMHI 2019a). Månadsmedeltemperatur i juli 2019 var 17,1°C och på ett längre tidsperspektiv (1961–1990) har månadsmedeltemperaturen varit 15,7°C (SMHI 2019b). Under 2018 uppmättes 20,7°C som har varit den högsta månadsmedeltemperaturen medan det 1902 uppmättes den lägsta och det var 12,6 °C.

Både den uppmätta regnmängden och temperaturen under 2019 var nära det normala och vädret har knappats haft någon större inverkan på denna studies resultat.

7 SLUTSATSER

Lammen med låg parasitbörda växte bättre jämfört med lammen som hade hög parasitbörda, vilket också var studiens hypotes. Enligt data från sensorerna kan man konstatera att lamm med låg parasitbörda hade ett högre motion index (MI) vilket antyder att vår hypotes att lamm med låg parasitbörda rör sig mera jämfört med lamm med hög parasitbörda skulle vara sann. Däremot kan man inte dra någon slutsats om att lamm med låg parasitbörda skulle ha mer lekfullt beteende jämfört med lamm med hög parasitbörda. Hypotesen om att lamm med låg parasitbörda betar och idisslar mer jämfört med lamm med hög parasitbörda konstaterade åtminstone delvis sann. I beteendeobservationerna sågs en tendens på att lamm med låg parasitbörda betar mer jämfört med lamm med hög parasitbörda. Resultaten visar att infektion av mag- och tarmparasiter påverkar beteende hos förstagångsbetande lamm.

Resistens mot antiparasitära medel är ett allvarligt hot mot fårproduktionen och denna typ av forskning är viktig för att få fram nya alternativ till diagnostisering av parasitinfektioner. Djur av olika slag har olika slags sjukdomsbeteende och det är därför viktigt att forska på alla djurslag om man vill använda beteendemönster som ett diagnostiseringshjälpmedel. Med mera forskning skulle man också kunna se om det finns större skillnader om EPG nivåerna är högre, kanske man eventuellt ser större skillnader i beteendemönstret. För att kunna använda sensorer för mätning av beteendemönster på gårdsnivå behöver tekniken utvecklas mer samt att man gör mer forskning inom området.

8 TACK

Jag vill tacka mina handledare Niclas Högberg (SLU), Lena Lidfors (SLU), Seija Jaakkola (Helsingfors universitet) och Tuomo Kokkonen (Helsingfors universitet) för god handledning. Tack till SLU för möjligheten att jag fick delta i forskningen som gjordes i Skara samt för praktiken jag fick göra vid Götala sommaren 2019. Sist men inte minst, tack till familj och vänner för allt stöd under denna tid!

9 REFERENSER

- Alvarenga, F. A. P., Borges, I., Palkovič, L., Rodina, J., Oddy, V. H. & Dobos, R. C. 2016. Using a three-axis accelerometer to identify and classify sheep behaviour at pasture. *Applied Animal Behaviour Science* 181: 91-99.
- Athanasiadou, S., Tzamaloukas, O., Kyriazakis, I., Jackson, F. & Coop, R. L. 2005. Testing for direct anthelmintic effects of bioactive forages against *Trichostrongylus colubriformis* in grazing sheep. *Veterinary Parasitology* 127: 233-243.
- Bath, G. F., Hansen J. W., Krecek, R. C., Van Wyk, J. A. & Vatta, A. F. 2001. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats: Final report of FAO. https://www.researchgate.net/publication/288266753_Sustainable_approaches_for_managing_haemonchosis_in_sheep_and_goats. Technical Co-operation project in South Africa. Publicerad: 2001. Refererad 22.8.2020.
- Balch, C.C 1955. Sleep in Ruminants. *Nature* 175: 940-941.
- Bentounsi, B., Meradi, S. & Cabaret, J. 2012. Towards finding effective indicators (diarrhoea and anaemia scores and weight gains) for the implementation of targeted selective treatment against the gastro-intestinal nematodes in lambs in a steppic environment. *Veterinary parasitology* 187: 275-279.
- Bishop, S. C. 2012. Possibilities to breed for resistance to nematode parasite infections in small ruminants in tropical production systems. *Animal* 6: 741-747.
- Boa, M. E., Thamsborg, S. M., Kassuku, A. A. & Bøgh, H. O. 2001. Comparison of worm control strategies in grazing sheep in Denmark. *Acta Veterinaria Scandinavica* 42: 57.
- Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M. B., Moe, R. O., Spruijt, B., Keeling, L. J.O Winckler C., Forkman B., Dimitrov., Langbein, J., Bakken, M., Veissier I. & Aubert, A. 2007. Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology & Behavior* 92: 375-397.
- Burgunder, J., Petrželková, K. J., Modrý, D., Kato, A. & MacIntosh, A. J. 2018. Fractal measures in activity patterns: Do gastrointestinal parasites affect the complexity of sheep behaviour? *Applied Animal Behaviour Science* 205: 44-53.

- Chai, W. & Udén, P. 1998. An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology* 74: 281-288.
- Charlier, J., Morgan, E. R., Rinaldi, L., Van Dijk, J., Demeler, J., Höglund, J., Hertzberg, H., Van Ranst, B., Hendrickx, G., Vercruysse, J. & Kenyon, F. 2014. Practices to optimise gastrointestinal nematode control on sheep, goat and cattle farms in Europe using targeted (selective) treatments. *Veterinary Record* 175: 250–255.
- Champion, R. A., Rutter, S. M., Penning P. D. & Rook, A. J. 1994. Temporal variation in grazing behaviour of sheep and the reliability of sampling periods. *Animal Behaviour Science* 42: 99-108.
- Chapagain, D. 2012. Investigation of the reward cycle associated with play behaviour in lambs. Skara: SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Studentarbete 394: 59 s.
- Colditz, I. G. 2008. Six costs of immunity to gastrointestinal nematode infections. *Parasite Immunology* 30: 63-70.
- Coop, R. L., Sykes, A. R. & Angus, K. W. 1976. Subclinical trichostrongylosis in growing lambs produced by continuous larval dosing. The effect on performance and certain plasma constituents. *Research in Veterinary Science*, 21: 253-258.
- Cooper, J. Gordon, I. J. & Pkie, A.W. 2000. Strategies for the avoidance of faeces by grazing sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 69: 15-33.
- Dumas, J. B. A. 1831. *Procedes de l'analyse organique*. *Annales de chimie et de physique* 47: 198-205.
- Dwyer, C. M. & Lawrence, A. B. 1999. Ewe–ewe and ewe–lamb behaviour in a hill and a lowland breed of sheep: a study using embryo transfer. *Applied Animal Behaviour Science* 61: 319-334.
- EU CORDIS. 2015. Final Report Summary - GLOWORM (Innovative and sustainable strategies to mitigate the impact of global change on helminth infections in ruminants). <https://cordis.europa.eu/project/id/288975/reporting> Merelbeke, Belgium: EU CORDIS. Publicerad 10.09.2015, refererad 04.10.2020.
- Forbes, A. B., Huckle, C. A. & Gibb, M. J. 2004. Impact of eprinomectin on grazing behaviour and performance in dairy cattle with sub-clinical gastrointestinal nematode infections under continuous stocking management. *Veterinary Parasitology* 125: 353–364.
- Giovanetti, V., Decandia, M., Molle, G., Acciaro, M., Mameli, M., Cabiddu, A., Cossu, R., Serra, M.G., Manca, C., Rassu, S.P.G. & Dimauro, C. 2017. Automatic classification system for grazing, ruminating and resting behaviour of dairy sheep using a tri-axial accelerometer. *Livestock Science* 196: 42-48.
- Good, B., Hanrahan, J. P., Crowley, B. A., & Mulcahy, G. 2006. Texel sheep are more resistant to natural nematode challenge than Suffolk sheep based on faecal egg count and nematode burden. *Veterinary Parasitology* 136: 317-327.

- González, L. A., Tolkamp, B. J., Coffey, M. P., Ferret, A. & Kyriazakis, I. 2008. Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91: 1017–1028.
- Gregorini, P. 2012. Diurnal grazing pattern: its physiological basis and strategic management. *Animal Production Science* 52: 416-430.
- Grant, E. P., Wickham, S. L., Anderson, F., Barnes, A. L., Fleming, P. A. & Miller, D. W. 2020. Behavioural assessment of sheep is sensitive to level of gastrointestinal parasite infection. *Applied Animal Behaviour Science* 223: 104920.
- Hinch, G. N. 2017. Understanding the natural behavior of sheep. I verkett: Ferguson, D. Lee, C. & Fisher, A. 2017. *Advances in Sheep Welfare*. United Kingdom: Woodhead Publishing. s. 3-17.
- Houpt, K.A. 1998. Domestic animal behavior for veterinarians and animal scientists. 2. upplagan. London, UK: Manson Publishing Ltd. 495 s.
- Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S. M., & Hoskin, S. O. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology* 22: 253–261.
- Hulet, C. V., Alexander, G. & Hafez, E. S. E. 1975. The Behaviour of Sheep. I verkett: Hafez, E.S.E. The behaviour of domestic animals. 3. Upplagan. London, UK: Baillière Tindall. s. 246–294.
- Hutchings, M. R., Gordon, I. J., Robertson, E., Kyriazakis, I. & Jackson, F. 2000. Effects of parasitic status and level of feeding motivation on the diet selected by sheep grazing grass/clover swards. *The Journal of Agricultural Science* 135: 65-75.
- Högberg, N., Lidfors, L., Hessle, A., Segerkvist, K. A., Herlin, A. & Höglund, J. 2019. Effects of nematode parasitism on activity patterns in first-season grazing cattle. *Veterinary Parasitology*: X: 100011.
- Högberg, N., Höglund, J., Carlsson, A., Saint-Jeveint, M. & Lidfors, L. 2020. Validation of accelerometers to automatically record postures and number of steps in growing lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 229: 105014.
- Höglund, J., Gustafsson, K., Ljungström, B. L., Skarin, M., Varady, M. & Engström, F. 2015. Failure of ivermectin treatment in *Haemonchus contortus* infected-Swedish sheep flocks. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* 1:10–15.
- Höglund, J., Morrison, D. A., Charlier, J., Dimander, S. O. & Larsson, A. 2009. Assessing the feasibility of targeted selective treatments for gastrointestinal nematodes in first-season grazing cattle based on mid-season daily weight gains. *Veterinary Parasitology* 164: 80–88.
- Ikurior, S. J., Pomroy, W. E., Scott, I., Corner-Thomas, R., Marquetoux, N., & Leu, S. T. 2020. Gastrointestinal nematode infection affects overall activity in young sheep monitored with tri-axial accelerometers. *Veterinary Parasitology* 283: 109188.

- Iltis, A. J., Huzzey, J. M., Weary, D. M. & Von Keyserlingk, M. A. G. 2015. Clinical ketosis and standing behavior in transition cows. *Journal of Dairy Science* 98: 128–134.
- Jukan, A., Masip-Bruin, X. & Amla, N. 2017. Smart computing and sensing technologies for animal welfare: A systematic review. *ACM Computing Surveys (CSUR)* 50:1-27.
- Kaplan, R.M. 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology* 20: 477–481.
- Kaplan, R. M., Burke, J. M., Terrill, T. H., Miller, J. E., Getz, W. R., Mobini, S., Valencia E., Williams M.J., Williamson L.H., Larsen M., & Vatta, A. F. 2004. Validation of the FAMACHA® eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. *Veterinary Parasitology* 123: 105–120.
- Kelly, G. A., Kahn, L. P. & Walkden-Brown, S. W. 2010. Integrated parasite management for sheep reduces the effects of gastrointestinal nematodes on the Northern Tablelands of New South Wales. *Animal Production Science* 50: 1043–1052.
- Kenyon, F. & Jackson, F. 2012. Targeted flock/herd and individual ruminant treatment approaches. *Veterinary Parasitology* 186: 10–17.
- Kuusela, E. 2006. Annual and seasonal changes in mineral contents (Ca, Mg, P, K and Na) of grazed clover-grass mixtures in organic farming. *Agricultural and Food Science* 15: 23-34.
- Kyriazakis, I., Oldham, J. D., Coop, R. L. & Jackson, F. 1994. The effect of subclinical intestinal nematode infection on the diet selection of growing sheep. *British Journal of Nutrition* 72: 665-677.
- Lenth, R. & Lenth, M. R. 2018. Package ‘lsmeans’. *The American Statistician*, 34: 216-221.
- Lind, V., Holand, Ø., Haugen, F. A. & Steinheim, G. 2020. Lamb performance on island pastures in Northern Norway. *Frontiers in Veterinary Science* 7.
- Lindgren, E. 1979. Vallfodrets näringsvärde bestämt in vivo och med olika laboratoriemetoder. Rapport 45. Inst. F. husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.
- Lindqvist, Å., Ljungström, B. L., Nilsson, O. & Waller, P. J. 2001. The dynamics, prevalence and impact of nematode infections in organically raised sheep in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica* 42: 377–389.
- Lisonbee, L. D., Villalba, J. J., Provenza, F. D. & Hall, J. O. 2009. Tannins and self-medication: Implications for sustainable parasite control in herbivores. *Behavioural Processes* 82: 184–189.
- Livsmedelsverket 2018. Parasitsmitta. <https://www.ruokavirasto.fi/sv/odlare/djurhallning/djurhalsa-och-sjukdomar/djursjukdomar/far-och-getter/parasitsmitta/> Helsingfors, Finland: Livsmedelsverket. Publicerad 19.11.2018, Refererad 05.04.2020.

- Luke 2018. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/REHU_MTT.REHU_MTT_KAIKKITIEDOT_PACK.RE-PORT?p_kieli=1&p_feedcode=06001. Helsingfors, Finland: Luonnonvarakeskus. Refererad 25.10.2020.
- Manninen, S. M. & Oksanen, A. 2010. Haemonchosis in a sheep flock in North Finland. *Acta Veterinaria Scandinavica* 52: S19.
- Marley, C. L., Cook, R., Keatinge, R., Barrett, J. & Lampkin, N. H. 2003. The effect of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and chicory (*Cichorium intybus*) on parasite intensities and performance of lambs naturally infected with helminth parasites. *Veterinary Parasitology* 112: 147-155.
- Marley, C.L. Fraser, M. D., Davies, D. A., Rees, M. E., Vale, J. E. & Forbes, A.B. 2006. The effect of mixed or sequential grazing of cattle and sheep on the faecal egg counts and growth rates of weaned lambs when treated with anthelmintics. *Veterinary Parasitology* 142: 134-141.
- Meyer, J. H., Lofgreen, G. P. & Hull, J. L. 1957. Selective grazing by sheep and cattle. *Journal of Animal Science* 16: 766-772.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. & Wilkinson, R. G. 2011. *Animal nutrition*. 7. Upplagan. Harlow, England: Prentice Hall. 692 s.
- Neave, H. W., Lomb, J., Weary, D. M., LeBlanc, S. J., Huzzey, J. M. & Von Keyserlingk, M. A. G. 2018. Behavioral changes before metritis diagnosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101: 4388-4399.
- Niezen, J. H., Waghorn, G. C., Graham, T., Carter, J. L. & Leathwick, D. M. 2002. The effect of diet fed to lambs on subsequent development of *Trichostrongylus colubriformis* larvae in vitro and on pasture. *Veterinary Parasitology* 105: 269-283.
- Niezen, J. H., Robertson, H. A., Waghorn, G. C. & Charleston, W. A. G. 1998. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. *Veterinary Parasitology* 80: 15-27.
- Penning, P.D., Parsons, A. J., Newman, J.A., Orr, R. J. & Harvey, A. 1993. The effects of group size on grazing time in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 37: 101-109.
- Penning, P.D., Rook, A. J. & Orr, R. J. 1991. Patterns of ingestive behavior of sheep continuously stocked on monocultures of ryegrass or white clover. *Animal Behaviour Science* 33: 237-250.
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., Heisterkamp, S., Van Willigen, B. & Maintainer, R. 2017. Package 'nlme'. Linear and nonlinear mixed effects models. 3. Version.
- Poulin, R. 1995. "Adaptive" changes in the behaviour of parasitized animals: a critical review. *International Journal for Parasitology* 25: 1371-1383.
- Radeski, M. & Ilieski, V. 2017. Gait and posture discrimination in sheep using a tri-axial accelerometer. *Animal* 11: 1249-1257.

- Ribeiro Filho, H. M. N., Delagarde, R. & Peyraud, J. L. 2005. Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass swards or white clover/perennial ryegrass swards at low-and medium-herbage allowances. *Animal Feed Science and Technology* 119: 13-27.
- Ringmark, S., Skarin, A. & Jansson, A. 2019. Impact of year-round grazing by horses on pasture nutrient dynamics and the correlation with pasture nutrient content and fecal nutrient composition. *Animals* 9: 500.
- Rook, A. J. 1991. Synchronisation of eating, ruminating and idling activity by grazing sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 32: 157-166.
- Ruokavirasto. 2019. Karitsan Nematodirus battus -löydös. *Suomen Eläinlääkärilehti*, 125.
- Rutter, S. M. 2002. Behaviour of Sheep and Goats. I verket: Jensen, P. (red.) The ethology of domestic animals: an introductory text. Wallingford, UK: CABI Pub. s. 145 – 158.
- Saddiqi, H.A., Jabbar, A., Sarwar, M., Iqbal, Z., Muhammed, G., Nisa M. & Shahzad, A. 2011. Small ruminant resistance against gastrointestinal nematodes: a case of *Haemonchus contortus*. *Parasitology Research*, 109:1483.
- Savian, J. V., Neto, A. B., de David, D. B., Bremm, C., Schons, R. M. T., Genro, T. C. M., Amaral G. A., Gerec J., McManus C. M., Bayer C. & de Faccio Carvalho, P. C. 2014. Grazing intensity and stocking methods on animal production and methane emission by grazing sheep: Implications for integrated crop–live-stock system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 190: 112-119.
- Scott, C. Provenza, F. & Banner, R. 1995. Dietary habits and social interactions affect choice of feeding location by sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 45: 225-237.
- Sepúlveda-Varas, P., Proudfoot, K. L., Weary, D. M. & von Keyserlingk, M. A. 2016 Changes in behaviour of dairy cows with clinical mastitis. *Applied Animal Behaviour Science* 175: 8–13.
- Siivonen, J., Taponen, S., Hovinen, M., Pastell, M., Lensink, B. J., Pyörälä, S. & Hänninen, L. 2011. Impact of acute clinical mastitis on cow behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 132: 101-106.
- SMHI. 2019a. Nederbörd, solsken och strålning – Juli 2019. https://www.smhi.se/pd/klimat/pdf_stats/month/SMHI_vov_precipitation_sunshine_jul19.pdf. Norrköping, Sverige: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Publicerad augusti 2019. Refererad 21.10.2020
- SMHI. 2019b. Juli 2019 – Lufttemperatur och vind. https://www.smhi.se/pd/klimat/pdf_stats/month/SMHI_vov_temperature_wind_jul19.pdf. Norrköping, Sverige: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. Publicerad augusti 2019. Refererad 21.10.2020
- Spinka, M., Newberry R. & Bekoff, M. 2001. Mammalian play: Training for the unexpected. *Quarterly Review of Biology* 76: 141–168.

- Squires, V. R. 1971. Temporal patterns of activity in a small flock of Merino sheep as determined by an automatic recording technique. *Animal Behaviour* 19: 657-660.
- Sweeny, J. P., Gardner, G. E., Dobson, R. J., Jacobson, C. & Bell, K. 2011. Associations between trichostrongylid worm egg count and productivity measures in Dorper lambs. *Veterinary Parasitology* 180: 307-314.
- Szyszkka, O. & Kyriazakis, I. 2013. What is the relationship between level of infection and 'sickness behaviour' in cattle? *Applied Animal Behaviour Science* 147: 1-10.
- Tarvainen, L. 2009. Lampaan ruuansulatuskanavan loisten esiintyminen Suomessa. Helsingfors Universitet, veterinärmedicinska fakulteten. Licentiatavhandling. 48 s.
- Thamsborg, S. M. & Agergaard, N. 2002. Anorexia and food utilization in nematode infected lambs on pasture. *Animal Science* 75: 303-313.
- Tomaz, P. K., de Araujo, L. C., Sanches, L. A., dos Santos-Araujo, S. N., de Lima, T. O., Lino, A. D. A. & Ferreira, E. M. 2018. Effect of sward height on the fermentability coefficient and chemical composition of Guinea grass silage. *Grass and Forage Science* 73: 588-598.
- Traversa, D. & von Samson-Himmelstjerna, G. 2016. Anthelmintic resistance in sheep gastro-intestinal strongyles in Europe. *Small Ruminant Research* 135: 75-80.
- Van Wyk, J. A., Hoste, H., Kaplan, R. M. & Besier, R. B. 2006. Targeted selective treatment for worm management—how do we sell rational programs to farmers?. *Veterinary Parasitology* 139: 336-346.
- Walton, E., Casey, C., Mitsch, J., Vázquez-Diosdado, J. A., Yan, J., Dottorini, T., Keith, E., Winterlich, A. & Kaler, J. 2018. Evaluation of sampling frequency, window size and sensor position for classification of sheep behaviour. *Royal Society Open Science* 5: 171442.
- Weary, D.M., Huzzey J. & Von Keyserlingk, M. 2009. BOARD-INVITED REVIEW: Using behavior to predict and identify ill health in animals, *Journal of Animal Science* 87: 770-777.